

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-205290

(43)Date of publication of application : 23.07.2002

(51)Int.Cl.

B25J 13/00

B25J 5/00

(21)Application number : 2001-000395

(71)Applicant : SONY CORP

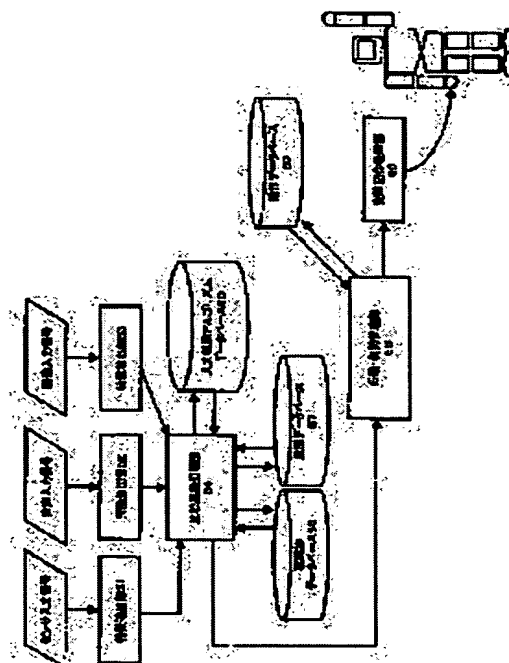
(22)Date of filing : 05.01.2001

(72)Inventor : SAJO HIROKI

(54) DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING LEG TYPE MOBILE ROBOT**(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To allow a robot to acquire accurate external environmental information with its autonomous action.

SOLUTION: The robot has a plurality of input units including image, voice, contact and pressure sensitiveness. All or partial action of body components including a head, arms, lower extremities and a trunk is used to make an intentional change in response to information input from a visual sensor, a microphone, a switch or a pressure sensitive sensor, whereby external factors can be properly obtained for determining action. For example, body action is developed on 'recognizing an object with a hand held to glares' or 'addressing a turned-back person and get him/her turned around for identifying his/her forehead'.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the control unit of the leg formula mobile robot of a type which operates autonomously based on the data inputted from one or more detecting elements which consist of two or more joint actuators, and detect an external environment. A distinction means to distinguish whether it is sufficient value in order that the input data in said detecting element may recognize an external environment, The control unit of the leg formula mobile robot characterized by answering that the distinction result in said distinction means is negative, and providing the action and the posture management tool which tries change of the input data in said detecting element by making said joint actuator drive.

[Claim 2] Said detecting element is the control unit of the leg formula mobile robot according to claim 1 characterized by what at least one of an image sensor, a voice sensor, a temperature sensor, a pressure-sensitive sensor, an attitude sensor, and touch sensors is included for.

[Claim 3] The control unit of the leg formula mobile robot according to claim 1 characterized by having further an action plan means to recognize an external environment based on the input data in said detecting element when an affirmative distinction result is obtained in said distinction means, and to draw up action.

[Claim 4] It is the control unit of the leg formula mobile robot according to claim 1 characterized by what it has further the recognition object database which keeps the data which described the description about a recognition object, and distinguishes whether input data [in / with reference to this recognition object database / said detecting element] is suitable for said distinction means for.

[Claim 5] It is the control unit of the leg formula mobile robot according to claim 1 characterized by what the correspondence approach for improving input data [in / with reference to this input auxiliary database / although it has further the input auxiliary database which keeps the algorithm corresponding to information required for recognition of an external environment and the description can be extracted from the input data of said detecting element, when an object cannot be specified / in said action and posture management tool / said detecting element] is specified for.

[Claim 6] It is the control unit of the leg formula mobile robot according to claim 1 characterized by what the correspondence approach for improving input data [in / with reference to this hysteresis database / when it has further the hysteresis database which keeps the correspondence approach performed when the example and each example of the trouble which has not recognized an external environment occurred and the description cannot be extracted from the input data of said detecting element / in said action and posture management tool / said detecting element] specifies for.

[Claim 7] Said action and posture management tool are the control unit of the leg formula mobile robot according to claim 1 characterized by what the message which stimulates actuation for the input data of said detecting element to improve [as opposed to / when said distinction means distinguishes whether it is an entity with the autonomous candidate for recognition contained in the input data based on said detecting element and it is distinguished that it is an autonomous entity / this entity] is sent for.

[Claim 8] It is the control approach of the leg formula mobile robot of a type which operates autonomously based on the data inputted from one or more detecting elements which consist of two or more joint actuators, and detect an external environment. The distinction step which distinguishes whether it is sufficient value in order that the input data in said detecting element may recognize an external environment, The control approach of the leg formula mobile robot characterized by answering that the distinction result in said distinction step is negative, and providing the action and the posture management step which tries change of the input data in said detecting element by making said joint actuator drive.

[Claim 9] Said detecting element is the control approach of the leg formula mobile robot according to claim 8 characterized by what at least one of an image sensor, a voice sensor, a temperature sensor, a pressure-sensitive sensor, an attitude sensor, and touch sensors is included for.

[Claim 10] The control approach of the leg formula mobile robot according to claim 8 characterized by having further the action plan step which recognizes an external environment based on the input data in said detecting element when an affirmative distinction result is obtained in said distinction step, and draws up action.

[Claim 11] The control approach of the leg formula mobile robot according to claim 8 characterized by what it has further the recognition object database which keeps the data which described the description about a recognition object, and distinguishes whether the input data in said detecting element is suitable for with reference to this recognition object database at said distinction step.

[Claim 12] The control approach of the leg formula mobile robot according to claim 8 characterized by what the correspondence approach for improving the input data in said detecting element with reference to this input auxiliary database is specified for at said action and posture management step when an object cannot be specified, although it has further the input auxiliary database which keeps the algorithm corresponding to information required for recognition of an external environment and the description can be extracted from the input data of said detecting element.

[Claim 13] The control approach of the leg formula mobile robot according to claim 8 characterized by what the correspondence approach for improving the input data in said detecting element with reference to this hysteresis database specifies for at said action and posture management step when it has further the hysteresis database which keeps the correspondence approach performed when the example and each example of the trouble which has not recognized an external environment occurred and the description cannot extract from the input data of said detecting element.

[Claim 14] The control approach of the leg formula mobile robot according to claim 8 characterized by what the message which stimulates actuation for the input data of said detecting element to improve to this entity at said action and posture management step is sent for when the candidate for recognition contained in the input data based on said detecting element distinguishes whether it is an autonomous entity and is distinguished at said distinction step as it is an autonomous entity.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the robot of the multi-joint mold which consists of two or more joint actuators, and relates to the leg formula mobile robot which used 2-pair-of-shoes walk-in-erect-posture animals, such as Homo sapiens and an ape, as the model especially.

[0002] Furthermore, in detail, this invention relates to the leg formula mobile robot of a type which inputs the information on external environments, such as a picture input device, voice-input/output equipment, an attitude sensor, a touch sensor, and a pressure-sensitive sensor, draws up an action plan based on an external factor, and operates autonomously, and relates to the leg formula mobile robot which can acquire exact external-environment information according to an autonomous operation especially.

[0003]

[Description of the Prior Art] The thing of the machinery which performs movement modeled on actuation of human being using the electric or magnetic operation is called "robot." It is said that a robot's origin of a word originates in ROBOTA (slave machine) of a slab word. Although it was in our country that a robot began to spread from the end of the 1960s, the many were the industrial robots (industrial robot) in works aiming at automation, full automation, etc. of production, such as a manipulator and a carrier robot.

[0004] Like an arm type robot, the robot of a deferment type which is implanted and used for a certain specific location works only in fixed and local workspaces, such as assembly, a sorting activity, etc. of components. On the other hand, the robot of workspace of a portable type is unrestrictive, and he can move free in a predetermined path or non-path top, and the human activity of predetermined or arbitration can be executed by proxy, or he can offer the various broad services which replace Homo sapiens, a dog, or other life objects. Especially, the mobile robot of a leg formula compares with a crawler type and tire-type robot, and although it is unstable and attitude control and walk control become difficult, he is excellent in the point that flexible walk / transit actuation which a stairway, rise and fall of a ladder, and an obstruction get over, and does not ask distinction of **, and the leveling and the irregular ground is realizable.

[0005] Recently, the researches and developments about leg formula mobile robots, such as a robot (humanoidrobot) of "the human form" designed by using as a model the body mechanism of an animal and actuation which perform a 2-pair-of-shoes walk in erect posture like Homo sapiens, or "a human mold", progress, and the expectation for utilization has also been growing. For example, Sony Corp. released humanoid robot "SDR-3X" of a 2-pair-of-shoes walk on November 25.

[0006] The meaning which studies and develops the leg formula mobile robot called a human form or a human mold can be grasped from the following two views.

[0007] One is a human science-view. That is, the robot of the structure similar to human being's membrum inferius and/or upper extremity can be made, the control approach can be devised, and the mechanism of natural actuation of human beings including a walk can be solved in engineering through the process of simulating walk actuation of human being. Such a research

result could greatly return human engineering, rehabilitation engineering, or sports science to progress of other various areas of research treating human being's movement mechanism.

[0008] Another supports a life as human being's partner, namely, is development of the practical use robot which supports the human activity in various scenes on the everyday life of living conditions and others. In various aspects of affairs of human being's living environment, learning from human being, this kind of robot needs to learn separately the adaptation approach to human being or the environment where individuality is different, and needs to grow up to be it further in respect of a function. At this time, the direction where the robot is having "a human form", i.e., the same form as human being, or the same structure is considered to function effectively, when performing smooth communication with human being and a robot.

[0009] In for example, the case so that the approach of passing through the room while avoiding the obstruction which must not be stepped on may be taught to a robot in practice Rather than it is having structure where the partner who teaches like a crawler type or a 4-pair-of-shoes type robot completely differs from himself As for a user (worker), it is easy to teach the direction of the 2-pair-of-shoes bipedal robot which is dressing the same far. Moreover, it must be easy to learn also for a robot (for example, refer to the Takanishi work "control of a 2-pair-of-shoes bipedal robot" (Society of Automotive Engineers of Japan Kanto branch <quantity **> No.25, 1996APRIL)).

[0010] As one of the applications of a leg formula mobile robot, various kinds of exchange and vicarious execution of a difficulty activity in an industrial activity, a production activity, etc. are mentioned. For example, I can have a robot execute the maintenance, conveyance and assembly operation of the components in a plant, cleaning in a skyscraper, and the risk activity and difficulty activity like rescue in a fire site and others in a nuclear power plant, a thermal power station plant, and a petrochemical plant by proxy.

[0011] Moreover, the application of "symbiosis" or "entertainment" of a life adhesion mold, i.e., human being, is mentioned rather than above-mentioned activity exchange as other applications of a leg formula mobile robot. This kind of robot emulates the rich feeling expression using the mechanisms of operation and the limbs of a leg formula ambulatory exercise with comparatively high intelligence, such as Homo sapiens or a dog (pet). Moreover, it is also required that the lively response expression which it not only performs faithfully the behavior pattern (behavior) inputted beforehand, but corresponded dynamically to a partner's language and attitudes ("it strikes") should be realized. ["it praises" or "he scolding",]

[0012] The conventional toy machine has the fixed relation between user actuation and response actuation, and cannot change actuation of a toy according to liking of a user. Consequently, a user becomes ***** soon about the toy which repeats only the same actuation.

[0013] On the other hand, the intelligent robot models and has the norm of a robot's action or actuation using the control parameter or the control program. And autonomous thinking and motion control are realizable by changing the indicated value which a model has based on input, i.e., external factors, such as voice from the outside, and an image, a tactile sense, every moment, and opting for the actuation which should be discovered. For example, when a robot prepares a feeling model and an instinct model, the autonomous action according to the internal state of a robot's own feeling and instinct can be expressed. Moreover, when a robot equips a picture input device and voice-input/output equipment and performs image recognition processing and speech recognition processing, it also becomes possible to realize realistic communication with human being on more advanced intellectual level.

[0014] The action sequence which does not get bored or was adapted for the liking for every user for the user can be performed by answering having detected the stimulus from the outside, such as user actuation, and changing this model, namely, giving the "learning model" which has the study effectiveness. That is, a robot's entertainment nature increases further.

[0015] If an action sequence is transfigured according to external factors, since a robot can take the action which it is unexpected and is not expected for a user, a user can continue associating with a robot, without getting bored.

[0016] If a robot detects external factors, such as change of time amount, a seasonal change, or feeling change of a user, to the midst on which the robot is doing the cooperative activity with a

user and other robots in share workspace with users, such as general domestic, and transfigures an action sequence into it, a user can also memorize deeper attachment to a robot.

[0017] Since in other words change of an external environment is followed and it opts for action autonomously in the robot by which entertainment nature is pursued with a life adhesion mold, it becomes very important to input external factors correctly and to recognize them.

[0018] The autonomous mold robot has equipment for detecting change of an external environment for audio input units, such as picture input devices, such as a camera, and a microphone, various switches, a pressure-sensitive sensor, etc. The detection value by these sensors is incorporated as an electrical signal, is digitized, is recognized as each external factors and reflected in future action sequences by predetermined information processing.

[0019] In order to treat more the information acquired from each sensor to accuracy, it is common to perform signal processing [say / removing or reducing a noise component for a sensor input signal by processing of a filter etc.].

[0020] however, **** sufficient by just signal processing like "the sense of an object is bad", and there "there being the strong light source", such as filtering, for the decision of action -- information about exact external factors cannot be acquired

[0021] On the other hand, although it has the outstanding athletic ability which the latest leg formula mobile robot had the sufficiently high intelligence, and used the limbs for various autonomous drives with body present ****, such capacity is not necessarily utilized for recognition of external factors.

[0022]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The purpose of this invention is to offer the great leg formula mobile robot which used 2-pair-of-shoes walk-in-erect-posture animals, such as Homo sapiens and an ape, as the model.

[0023] The further purpose of this invention is to offer the leg formula mobile robot which was excellent in the type which inputs the information on external environments, such as a picture input device, voice-input/output equipment, an attitude sensor, a touch sensor, and a pressure-sensitive sensor, draws up an action plan based on an external factor, and operates autonomously.

[0024] The further purpose of this invention is to offer the great leg formula mobile robot which can acquire exact external-environment information according to an autonomous operation.

[0025]

[Means for Solving the Problem and its Function] This invention is made in consideration of the above-mentioned technical problem, and consists of two or more joint actuators. It is control unit or control approach of the leg formula mobile robot of a type which operates autonomously based on the data inputted from one or more detecting elements which detect an external environment. The distinction means or step which distinguishes whether it is value sufficient in order that the input data in said detecting element may recognize an external environment, It answers that the distinction result in said distinction means or step is negative. It is the control unit of the leg formula mobile robot characterized by providing the action and posture management tool, or step which tries change of the input data in said detecting element by making said joint actuator drive.

[0026] The leg formula mobile robot concerning this invention has equipped one or more detecting elements for detecting external environments, such as an image sensor, a voice sensor, and a pressure-sensitive sensor. And in order that the input data in a detecting element may recognize an external environment, when it is not sufficient value, the external factors for using for action decision can be appropriately obtained by making a joint actuator drive and producing change intentionally to the information inputted from a visual sensor, a microphone, a switch, a pressure-sensitive sensor, etc.

[0027] For example, the input data in a detecting element is autonomously improvable by discovering the behavior of "Speaking and making it turn ["which holds up a hand and recognizes a body when dazzling"] checking a backward person's frame."

[0028] The leg formula mobile robot may have the action plan means or step which recognizes an external environment based on the input data in said detecting element when an affirmative

distinction result is obtained in said distinction means or step, and draws up action.

[0029] Moreover, the leg formula mobile robot may have the recognition object database which keeps the data which described the description about a recognition object. In such a case, said distinction means or step can distinguish whether the input data in said detecting element is suitable with reference to this recognition object database.

[0030] Moreover, the leg formula mobile robot may have the input auxiliary database which keeps the algorithm corresponding to information required for recognition of an external environment. In such a case, although the description can be extracted from the input data of said detecting element, when an object cannot be specified, said action and posture management tool, or step can specify the correspondence approach for improving the input data in said detecting element by referring to this input auxiliary database.

[0031] Moreover, the leg formula mobile robot may have the hysteresis database which keeps the correspondence approach performed when the example and each example of the trouble which has not recognized an external environment occurred. In such a case, when the description cannot be extracted from the input data of said detecting element, said action and posture management tool, or step can specify the correspondence approach for improving the input data in said detecting element with reference to this hysteresis database.

[0032] Moreover, you may make it said distinction means or step distinguish whether it is an entity with the autonomous candidate for recognition contained in the input data based on said detecting element. And when it is distinguished that it is an autonomous entity, you may make it said action and posture management tool, or step send the message which stimulates actuation for the input data of said detecting element to improve to this entity.

[0033] The purpose, the description, and advantage of further others of this invention will become [rather than] clear by detailed explanation based on the example and the drawing to attach of this invention mentioned later.

[0034]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the example of this invention is explained in detail, referring to a drawing.

[0035] Signs that signs that the leg formula mobile robot 100 with which operation of this invention is presented was standing straight were viewed from each of the front and back are shown in drawing 1 and drawing 2 . this leg formula mobile robot 100 is a type called "a human form" or "a human mold", a dialogue with the user based on the input of voice, an image, etc. can stand an action plan, or it cannot depend on a user input but a robot (namely, — from a user — becoming independent) 100 can form an action plan autonomously so that it may mention later. The leg formula mobile robot 100 consists of the membrum inferius of two pairs of right and left which perform leg formula migration, the truncus section, an upper extremity on either side, and a head as illustration.

[0036] the membrum inferius of each right and left — a femoral region, a knee joint, and the shin — it consists of the section, an ankle, and **** and is connected by the hip joint at the abbreviation lowest edge of the truncus section. moreover, the upper extremity of each right and left consists of an overarm, an elbow joint, and a forearm, and is connected by the shoulder joint in right-and-left each side edge of the truncus section upper part. Moreover, the head is connected in the center of the abbreviation best edge of the truncus section by the neck joint.

[0037] In the truncus section unit, the control section which is not visible is arranged on drawing 1 and drawing 2 . This control section is the controller (main control section) which processes the external input from drive control of each joint actuator, each sensor (after-mentioned), etc. which constitutes the leg formula mobile robot 100, and a case carrying the peripheral devices of a power circuit and others. In addition to this, the control section may contain the communication link interface and communication device for remote operation.

[0038] The joint degree-of-freedom configuration which the leg formula mobile robot 100 concerning this example possesses is typically shown in drawing 3 . The leg formula mobile robot 100 consists of the truncus sections which connect the upper part of the body including two arms and a head 1, the membrum inferius which consists of the two legs which realize migration actuation, and an upper extremity and the membrum inferius as illustration.

[0039] The neck joint which supports a head 1 has three degrees of freedom called the neck joint yawing axis 2, the neck joint pitching axis 3, and the neck joint roll axes 4.

[0040] Moreover, each arm consists of the shoulder-joint pitching axis 8, the shoulder-joint roll axes 9, the overarm yawing axis 10, the elbow-joint pitching axis 11, the forearm yawing axis 12, a wrist joint pitching axis 13, wrist joint roll axes 14, and a hand part 15. Hand parts 15 are the many joints and the multi-degree-of-freedom structure containing two or more fingers in fact. However, since there are little the contribution and effect to posture stability control or walk motion control of a robot 100, the actuation of a hand part 15 itself assumes on these specifications that it is a zero degree of freedom. Therefore, each arm on either side presupposes that it has seven degrees of freedom.

[0041] Moreover, the truncus section has three degrees of freedom called the truncus pitching axis 5, the truncus roll axes 6, and the truncus yawing axis 7.

[0042] moreover, the leg of each right and left which constitute the membrum inferius consists of the hip joint yawing axis 16, the hip joint pitching axis 17, the hip joint roll axes 18, the knee-joint pitching axis 19, an ankle joint pitching axis 20, joint roll axes 21, and a foot (vola or ****) 22. In fact, although the foot (vola) 22 of the body is the structure containing the vola of many joints and many degrees of freedom, the vola of the leg formula mobile robot 100 concerning this example makes it a zero degree of freedom. Therefore, each leg on either side consists of six degrees of freedom.

[0043] If the above is summarized, as the leg formula mobile-robot 100 whole concerning this example, it will have $2 = 3 + 7 \times 2 + 3 + 6 \times 3 = 32$ degree of freedom in total. However, the leg formula mobile robot 100 is not necessarily limited to 32 degrees of freedom. It cannot be overemphasized that a degree of freedom, i.e., the number of joints, can be suitably fluctuated according to a constraint, requirement specification, etc. on a design / manufacture.

[0044] Each above-mentioned joint degree of freedom which the leg formula mobile robot 100 has is realized as active actuation by the actuator in fact. As for various requests, such as eliminating an excessive swelling by the exterior of equipment and making it approximate in the shape of [human] a natural bodily shape, or performing attitude control to the unstable structure called a 2-pair-of-shoes walk, to a joint actuator, it is desirable that it is small and lightweight. In this example, we decided to carry the small AC servo actuator of the type which was a gear direct attachment type, and one-chip-ized the servo control system and was built in the motor unit. In addition, it is indicated about the small AC servo actuator applicable to a leg formula robot by the Japanese-Patent-Application-No. No. 33386 [.11 to] specification already transferred, for example to these people.

[0045] The control-system configuration of the leg formula mobile robot 100 concerning this example is typically shown in drawing 4 . As shown in this drawing, this system consists of a thinking control module 200 which responds to a user input etc. dynamically and manages emotion decision and a feeling expression, and a movement control module 300 which controls a robot's whole body coordinated movements, such as a drive of a joint actuator.

[0046] The thinking control modules 200 are CPU (Central Processing Unit) 211 which performs data processing about emotion decision or a feeling expression, and an independent information processor which consists of RAM (Random Access Memory) 212, ROM (Read Only Memory) 213, and external storage (hard disk drive etc.) 214 and which can perform self-conclusion processing.

[0047] Various kinds of equipments, such as the communication link interface 254 which performs the system and the data exchange besides a robot 100, are connected to the thinking control module 200 by the bus interface 201 course via the audio output devices 253, such as the picture input devices 251, such as a CCD (Charge Coupled Device) camera, the audio input units 252, such as a microphone, and a loudspeaker, LAN (not shown [Local Area Network :]), etc.

[0048] In the thinking control module 200, the acoustic-sense data inputted from the vision data inputted from a picture input device 251 or an audio input unit 252 determine the leg formula mobile robot's 100 current feeling and current intention according to the stimulus from the external world etc. Furthermore, a command is published to the movement control module 300

so that movement of the actuation (action) based on decision making or an action sequence (behavior), i.e., the limbs, may be performed.

[0049] One movement control modules 300 are CPU (Central Processing Unit)311 which controls a robot's 100 whole body coordinated movement, and an independent information processor which consists of RAM (Random Access Memory)312, ROM (Read Only Memory)313, and external storage (hard disk drive etc.) 314 and which can perform self-conclusion processing. The action plan of the walk pattern computed off-line, a ZMP target orbit, and others can be accumulated in external storage 314 ("ZMP (Zero Moment Point)" is a point on the floor line where the moment by the floor reaction force during a walk serves as zero, and a "ZMP orbit" means the locus to which ZMP moves during a robot's 100 walk actuation period etc.).

[0050] various kinds of equipments, such as power control which manage the power source of the touch-down check sensors 352 and 353 which detect the bed leaving of the joint actuator (refer to drawing 3) which realize each joint degree of freedom distribute to a robot 100 whole body, the attitude sensor 351 which measure the posture and inclination of the truncus section, and the vola on either side, or implantation, a dc-battery, etc., be connect to the movement control module 300 by the bus interface 301 course.

[0051] The whole body coordinated movement according the action directed from the thinking control module 200 to body present ***** and each joint actuator is controlled by the movement control module 300. That is, CPU311 picks out the pattern of operation according to the action directed from the thinking control module 200 from external storage 314, or generates a pattern of operation internally. and the pattern of operation with which CPU311 was specified — following — a foot — while setting up movement, a ZMP orbit, truncus movement, upper extremity movement, a lumbar part horizontal position, height, etc., the command value which directs actuation according to these contents of a setting is transmitted to each joint actuator.

[0052] Moreover, CPU311 can control the leg formula mobile robot's 100 whole body coordinated movement accommodative by detecting whether each movable foot is in which condition of **** or a basis with the output signal of each touch-down check sensors 352 and 353 while detecting the posture and inclination of a truncus part of a robot 100 with the output signal of an attitude sensor 351.

[0053] Furthermore, the action as the intention that the movement control module 300 was determined in the thinking control module 200 returns how many body present *****, i.e., the situations of processing, to the thinking control module 200.

[0054] The thinking control module 200 and the movement control module 300 are built on a common platform, and it interconnects through bus interfaces 201 and 301 between both.

[0055] The leg formula mobile robot 100 concerning this operation gestalt has the outstanding athletic ability which was equipped with the sufficiently high intelligence and used the limbs for various autonomous drives with body present ****, and can acquire exact external-environment information according to an autonomous operation.

[0056] The functional configuration for the leg formula mobile robot 100 to acquire exact external-environment information according to an autonomous operation is typically shown in drawing 5.

[0057] The leg formula mobile robot 100 inputs the image input signal from the picture input devices 251, such as an input signal from each sensor, such as a temperature sensor, a voice input signal from the audio input units 252, such as a microphone, and a camera, etc. as external-environment information. These sensors input signal, a voice input signal, and an image input signal are inputted into the feature-extraction sections 51-53, respectively, and the feature extraction based on signal processing is performed.

[0058] The comparison recognition processing section 54 performs recognition processing of an external environment, using the hysteresis database 57 for the input auxiliary algorithm database 55, the recognition object database 56, and a list.

[0059] The input auxiliary algorithm database 55 keeps the algorithm corresponding to information required for recognition of an external environment.

[0060] The recognition object database 56 keeps the data which described the description about a recognition object.

[0061] The hysteresis database 57 keeps the correspondence approach performed when the example and each example of the trouble of "have not recognized an external environment" occurred.

[0062] When an external environment has not been recognized correctly, the comparison recognition processing section 54 publishes a command to action and the posture Management Department 58, and tries improvement of an input signal and specification of an external environment by actuation of the limbs.

[0063] Based on the command from the comparison recognition processing section 54, action and the posture Management Department 58 pick out the data of a body present **** sake of operation from the database 59 of operation, and does the sequential injection of the corresponding actuation at the system actuation processing section 60.

[0064] Database management of the data (action) of the leg formula mobile robots 100, such as each Seki nodal drive, of operation is carried out to the database 59 of operation.

[0065] The system actuation processing section 60 carries out data processing of a rotation, rotational speed, etc. of each joint actuator for discovering data of operation, and sends out a control parameter to a control-command list to the drive control section of each joint actuator. Consequently, on the leg formula mobile robot's 100 airframe, limbs actuation which tried the improvement of an input signal is performed.

[0066] Subsequently, in the leg formula mobile robot 100 concerning this operation gestalt, the processing for improving the recognition precision of an external environment using some airframes or all actuation is explained.

[0067] In the form of the flow chart shows procedure for the leg formula mobile robot 100 to improve the recognition precision of an external environment using some airframes or all actuation to drawing 6 - drawing 8 . Hereafter, the processing which improves the recognition precision of an object using some airframes or all actuation according to these flow charts is explained.

[0068] First, in step S1, it distinguishes whether various kinds of input signals showing an object, such as a sensor input signal, a voice input signal, and an image input signal, are usually values.

[0069] Since the processing for improving the external-environment information which detects an object is unnecessary when each input signal usually shows a value, all consecutive processing steps are skipped and this whole manipulation routine is ended.

[0070] On the other hand, when that one of input signals was expected to be is a different value, in the corresponding feature-extraction section, it distinguishes whether the extract of the description is possible (step S2).

[0071] Although it jumps to the correspondence manipulation routine shown in drawing 7 in case an input is not obtained proper when a feature extraction is impossible, the after-mentioned is yielded about this point.

[0072] When a feature extraction is possible, it distinguishes further whether it is in agreement with the known information in the recognition object database 56 (step S3).

[0073] If it will have passed through "the strange situation" by the time it results in this coincidence in being in agreement with the known information in the recognition object database 56, it will register with the hysteresis database 57 which keeps the correspondence approach which performed the data of operation tried until now when the example and each example of a trouble occurred (step S4). And the object caught by each input signal is recognized as "a known object" (step S5), and this whole manipulation routine is ended.

[0074] Moreover, in not being in agreement with the known information in the recognition object database 56, it distinguishes whether it is still more nearly partially in agreement (step S6).

[0075] Although it jumps to the correspondence manipulation routine when the ability not to recognize correctly only by the early input shown in drawing 8 in being partially in agreement, the after-mentioned is yielded about this point.

[0076] Moreover, in not being partially in agreement, the object caught by each input signal is recognized as "a strange object" (step S7), and it ends this whole manipulation routine.

[0077] In step S2, when judged with a feature extraction being impossible from each input signal, it jumps to a correspondence manipulation routine in case the input shown in drawing 7 is not

obtained proper.

[0078] In the manipulation routine concerned, it distinguishes whether the elapsed time after starting recognition processing is over the time limit probably (step S11). When having already ****(ed) the time limit, this candidate for recognition is judged recognition is "impossible" (step S12), and this whole manipulation routine is ended.

[0079] When recognition processing is in the time limit, it distinguishes whether it looks for the hysteresis database 57 and there is any trouble example which is in agreement with this failure (step S13).

[0080] When a trouble example in agreement is discovered, the correspondence approach is taken out (step S14), and is chosen from the hysteresis database 57 as corresponding Bataan (motion) of operation.

[0081] Moreover, when a trouble example in agreement is not able to be discovered out of the hysteresis database 57, it is recognized as "a strange situation" (step S15). And what is not tried on other troubles as a motion used for the correspondence approach out of the hysteresis database 57 is chosen as a trial motion (step S16).

[0082] Subsequently, the motion chosen by step S14 or step S16 is supplied to the system actuation processing section 60, and it reproduces on the leg formula mobile robot's 100 airframe (step S17). Then, it returns to step S1, and as mentioned above, recognition of an object is tried from each input signal.

[0083] In step S6, when judged with the ability of the body which is partially in agreement not to be recognized from the feature-extraction result by each input signal, it jumps to the correspondence manipulation routine when the ability not to recognize correctly only by the early input shown in drawing 8.

[0084] In the manipulation routine concerned, it distinguishes whether the elapsed time after starting recognition processing is over the time limit probably (step S21). When having already ****(ed) the time limit, it is judged as means by the present recognition, and recognition is ended, this candidate for recognition is registered into the body with which it is [in the recognition object database 56] similar at a category (step S22), and this whole manipulation routine is ended.

[0085] When recognition processing is in the time limit, it looks for the recognition object database 56, and the information which still runs short is specified in an old recognition result (step S23).

[0086] Subsequently, it looks for the input auxiliary algorithm database 55, and the approach corresponding to the information which runs short is specified (step S24).

[0087] Subsequently, it looks for the recognition object database 56, and this candidate for recognition distinguishes whether it is an autonomous existence (step S25).

[0088] When the candidate for recognition is an autonomous existence, a message is sent to an object based on the information taken out from the input auxiliary algorithm database 55 by actuation of a voice output, actuation of the limbs, a light-emitting part, etc. (step S26).

[0089] Moreover, when the candidate for recognition is not an autonomous existence, the correspondence motion specified by step S24 is chosen (step S27), this is supplied to the system actuation processing section 60, and it reproduces on the leg formula mobile robot's 100 airframe (step S28). Then, it returns to step S1, and as mentioned above, recognition of an object is tried from each input signal.

[0090] subsequently, the leg formula mobile robot 100 — the function which acquires external-environment information according to an autonomous operation is explained according to an example.

[0091] (1) A robot 100 presupposes that the surrounding image is inputted from the picture input devices 251, such as a camera, under very bright work environments, such as a flame world which basks in the direct rays to which an input value is changed using a part of configuration part of an airframe (refer to drawing 9).

[0092] Since it is too bright even if it inputs the image of a specific object like a mandarin orange as shown in the left-hand side of drawing 9, it cannot remain for discovering the image which does not clarify in an input image, and a mandarin orange cannot be recognized.

[0093] When the light source is too strong like solar direct rays, the image in an input image cannot be made clear only by signal processing, such as filtering. In such a case, the correspondence approach is searched out of the hysteresis database 57 based on the symptom "an input image is white on the whole."

[0094] As a result of database retrieval, it chooses "a strong light included in a camera is interrupted using an arm", and as shown in the right-hand side of drawing 9, this motion is performed on an airframe.

[0095] The environment where external information is inputted can change as a result of motion activation, strong solar direct rays can be interrupted, and an image input required in order to recognize a body can be obtained.

[0096] And it can specify that the body used as the candidate for recognition is a "mandarin orange" from the obtained image.

[0097] (2) As shown in the left-hand side of drawing 10 to which an input value is changed (refer to drawing 10) by giving external force using a part of configuration part of bodies other than an airframe, a robot 100 discovers the image of some bodies in an input image.

[0098] In such a case, first, the description is extracted from an input image and, subsequently the recognition object database 56 is searched based on the extracted description.

[0099] It recognizes that the image of the body in an input image is included in a "box" group as a result of database retrieval.

[0100] The candidate for recognition from which some differ is contained in a "box" group, and a "label", "weight", etc. are different from him.

[0101] Then, a robot chooses to investigate the label which is easy to judge what "box" it is correctly since it specifies. And a solution "in case a box is not known" is searched out of the input auxiliary algorithm database 55.

[0102] As a result of database retrieval, the solution of "changing the sense of a box" is chosen, and the motion is performed on the leg formula mobile robot's 100 airframe so that it may be shown in the center of drawing 10.

[0103] As a result of motion activation, the sense of change, i.e., a box, can change, and the environment where external information is inputted can carry out the image input of the alphabetic character "precious article" printed by the label, can carry out a feature extraction, and can recognize.

[0104] And the "box" group of the recognition object database 56 can be searched, and it can recognize that this candidate for recognition is a "treasure."

[0105] (3) As action of an entity is induced and it is shown in the left-hand side of drawing 11 to which an input value is changed (refer to drawing 11) according to things other than an airframe for which a message is autonomously given to the entity which can act, a robot 100 discovers the image of some bodies in an input image.

[0106] In such a case, first, the description is extracted from an input image and, subsequently the recognition object database 56 is searched based on the extracted description.

[0107] It recognizes that the image of the body in an input image is included in a "person" group as a result of database retrieval.

[0108] As for the "person" which the robot 100 knows, bodily features, such as a "face" and "voice", is different, respectively. In other words, since it specifies "who" it is correctly, a robot 100 has to acquire the data about a "face" and "voice."

[0109] Then, a robot 100 searches the solution with which a "face" and "voice" are filled out of the input auxiliary algorithm database 55 so that a result may become is easier to be obtained.

[0110] As a result of database retrieval, the solution of "speaking" is chosen, and the motion is performed on the leg formula mobile robot's 100 airframe so that it may be shown in the center of drawing 11.

[0111] "— it is —" — it is induced by speaking and the person who is a candidate for recognition turns to the robot 100. And a robot 100 can acquire the image of the "face" of the person.

[0112] And the person can recognize that it is "Mr. A" by carrying out a feature extraction from the inputted image of a "face", and collating with the recognition object database 56.

[0113] It has explained in detail about this invention, referring to a specific example more than [addenda]. However, it is obvious that this contractor can accomplish correction and substitution of this example in the range which does not deviate from the summary of this invention.

[0114] The summary of this invention is not necessarily limited to the product called a "robot." That is, if it is the machinery which performs movement modeled on actuation of human being using the electric or magnetic operation, even if it is the product which belongs, for example to other industrial fields, such as a toy, this invention is applicable similarly.

[0115] In short, with the gestalt of instantiation, this invention has been indicated and it should not be interpreted restrictively. In order to judge the summary of this invention, the column of the claim indicated at the beginning should be taken into consideration.

[0116]

[Effect of the Invention] As a full account was given above, according to this invention, the leg formula mobile robot which was excellent in the type which inputs the information on external environments, such as a picture input device, voice-input/output equipment, an attitude sensor, a touch sensor, and a pressure-sensitive sensor, draws up an action plan based on an external factor, and operates autonomously can be offered.

[0117] Moreover, according to this invention, the great leg formula mobile robot which can acquire exact external-environment information according to an autonomous operation can be offered.

[0118] As for the leg formula mobile robot concerning this invention, the robot has two or more input units called an image, voice, contact, and pressure sensitivity. The external factors for using for action decision can be actively obtained in a suitable or advantageous format by producing change intentionally to the information inputted from a visual sensor, a microphone, a switch, a pressure-sensitive sensor, etc. using a part of configuration part of airframes, such as a head, an arm, membrum inferius, and truncus, or all actuation. That is, the degree of freedom of information gathering of an autonomous mold robot is sharply extensible. Consequently, in case an object is recognized, more information can be acquired and it becomes possible to grasp an object correctly.

[0119] Moreover, the leg formula mobile robot concerning this invention can give change to the input value acquired from the body used as the candidate for recognition by impressing external force using some or all of an airframe to bodies other than an airframe.

[0120] Moreover, the leg formula mobile robot concerning this invention can urge change of the action, and can make the input value acquired from the candidate for recognition produce change by giving a message by voice, manifestation of operation, etc. to the existences (human being, an animal, other autonomous mold robots, etc.) which perform autonomous action of those other than an airframe.

[0121] Therefore, according to the leg formula mobile robot concerning this invention, the behavior of "Speaking and making it turn ["which holds up a hand and recognizes a body when dazzling"] checking a backward person's frame" can be discovered, and it can guide to the situation that each sensor can input more exact information, for example.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a **** Fig. about signs that the leg formula mobile robot 100 with which operation of this invention is presented was viewed from the front.

[Drawing 2] It is a **** Fig. about signs that the leg formula mobile robot 100 with which operation of this invention is presented was viewed from back.

[Drawing 3] It is drawing having shown typically the degree-of-freedom configuration model which the leg formula mobile robot 100 concerning this example possesses.

[Drawing 4] It is drawing having shown typically the control-system configuration of the leg formula mobile robot 100 concerning this example.

[Drawing 5] It is drawing having shown typically the functional configuration for the leg formula mobile robot 100 to acquire exact external-environment information according to an autonomous operation.

[Drawing 6] It is the flow chart which showed procedure for the leg formula mobile robot 100 to improve the recognition precision of an external environment using some airframes or all actuation.

[Drawing 7] It is the flow chart which showed procedure for the leg formula mobile robot 100 to improve the recognition precision of an external environment using some airframes or all actuation, and is drawing having more specifically shown the correspondence manipulation routine in case an input is not obtained proper.

[Drawing 8] It is the flow chart which showed procedure for the leg formula mobile robot 100 to improve the recognition precision of an external environment using some airframes or all actuation, and is drawing having more specifically shown the correspondence manipulation routine when the ability not to recognize correctly only by early input.

[Drawing 9] It is drawing describing signs that the leg formula mobile robot 100 concerning this operation gestalt changes an input value using a part of configuration part of an airframe.

[Drawing 10] It is drawing which described signs that an input value was changed because the leg formula mobile robot 100 concerning this operation gestalt gives external force using a part of configuration part of bodies other than an airframe.

[Drawing 11] It is drawing describing signs that the leg formula mobile robot 100 concerning this operation gestalt induces action of an entity, and changes an input value by things other than an airframe for which a message is autonomously given to the entity which can act.

[Description of Notations]

1 — A head, 2 — Neck joint yawing axis

3 — A neck joint pitching axis, 4 — Neck joint roll axes

5 — A truncus pitching axis, 6 — Truncus roll axes

7 — A truncus yawing axis, 8 — Shoulder-joint pitching axis

9 — Shoulder-joint roll axes, 10 — Overarm yawing axis

11 — An elbow-joint pitching axis, 12 — Forearm yawing axis

13 — A wrist joint pitching axis, 14 — Wrist joint roll axes

15 — A hand part, 16 — Hip joint yawing axis

17 — A hip joint pitching axis, 18 — Hip joint roll axes

19 -- A knee-joint pitching axis, 20 -- Ankle joint pitching axis
21 -- Ankle joint roll axes, 22 -- Foot (vola)
51, 52, 53 -- Feature-extraction section
54 -- Comparison recognition processing section
55 -- Input auxiliary algorithm database
56 -- A recognition object database, 57 -- Hysteresis database
58 -- Action and the posture Management Department, 59 -- Database of operation
60 -- System actuation processing section
100 -- Leg formula mobile robot
200 -- Thinking control module
201 -- Bus interface
211 -- CPU, 212 -- RAM, 213 -- ROM
214 -- External storage
251 -- Picture input device (CCD camera)
252 -- Audio input unit (microphone)
253 -- Audio output device (loudspeaker)
254 -- Communication link interface
300 -- Movement control module
301 -- Bus interface
311 -- CPU, 312 -- RAM, 313 -- ROM
314 -- External storage 351 -- Attitude sensor
352,353 -- Touch-down check sensor
354 -- Power control

[Translation done.]

(書誌+要約+請求の範囲)

(19)【発行国】日本国特許庁(JP)
 (12)【公報種別】公開特許公報(A)
 (11)【公開番号】特開2002-205290(P2002-205290A)
 (43)【公開日】平成14年7月23日(2002. 7. 23)
 (54)【発明の名称】脚式移動ロボットの制御装置及び制御方法
 (51)【国際特許分類第7版】

B25J 13/00
 5/00

【FI】

B25J 13/00 Z
 5/00 F

【審査請求】未請求

【請求項の数】14

【出願形態】OL

【全頁数】18

(21)【出願番号】特願2001-395(P2001-395)

(22)【出願日】平成13年1月5日(2001. 1. 5)

(71)【出願人】

【識別番号】000002185

【氏名又は名称】ソニー株式会社

【住所又は居所】東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)【発明者】

【氏名】西條 弘樹

【住所又は居所】東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74)【代理人】

【識別番号】100101801

【弁理士】

【氏名又は名称】山田 英治 (外2名)

【テーマコード(参考)】

3F059

【Fターム(参考)】

3F059 AA00 BB06 DA05 DA07 DB04 DC00 DC01 DC04 FC15

(57)【要約】

【課題】ロボットの自律的な作用によって正確な外部環境情報を取得する。

【解決手段】ロボットは画像、音声、接触、感圧といった複数の入力装置を備えている。頭部、腕部、下肢、体幹など、機体の構成部位の一部又は全部の動作を用いて、視覚センサ、マイク、スイッチ、感圧センサなどから入力される情報に対して意図的に変化を生じさせることにより、行動決定に用いるための外部要因が適切に得られるようにする。例えば、「眩しいときに、手をかざして物体を認識する」、「後向きの人物の額を確認したいときに、声をかけて振り向かせる」といったしぐさを発現する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の関節アクチュエータで構成され、外部環境を検出する1以上の検出部から入力されたデータに基づいて自律的に動作するタイプの脚式移動ロボットの制御装置であって、前記検出部における入力データが外部環境を認識するために十分な値か否かを判別する判別手段と、前記判別手段における判別結果が否定的であることに応答して、前記関節アクチュエータを駆動させることにより前記検出部における入力データの変化を試みる行動・姿勢管理手段と、を具備することを特徴とする脚式移動ロボットの制御装置。

【請求項2】前記検出部は、画像センサ、音声センサ、温度センサ、感圧センサ、姿勢センサ、接触センサのうち少なくとも1つを含む、ことを特徴とする請求項1に記載の脚式移動ロボットの制御装置。

【請求項3】前記判別手段において肯定的な判別結果が得られたときの前記検出部における入力データを基に外部環境を認識して行動を立案する行動計画手段をさらに備えることを特徴とする請求項1に記載の脚式移動ロボットの制御装置。

【請求項4】認識物に関する特徴を記述したデータを保管する認識物データベースをさらに備え、前記判別手段は、該認識物データベースを参照して前記検出部における入力データが適切か否かを判別する、ことを特徴とする請求項1に記載の脚式移動ロボットの制御装置。

【請求項5】外部環境の認識に必要な情報に対応したアルゴリズムを保管する入力補助データベースをさらに備え、前記検出部の入力データから特徴を抽出できるが対象物を特定できないときに、前記行動・姿勢管理手段は、該入力補助データベースを参照して前記検出部における入力データを改善するための対応方法を特定する、ことを特徴とする請求項1に記載の脚式移動ロボットの制御装置。

【請求項6】外部環境を認識できなかったトラブルの事例と、各事例が発生したときに実行した対応方法を保管する履歴データベースをさらに備え、前記検出部の入力データから特徴を抽出できないときに、前記行動・姿勢管理手段は、該履歴データベースを参照して前記検出部における入力データを改善するための対応方法を特定する、ことを特徴とする請求項1に記載の脚式移動ロボットの制御装置。

【請求項7】前記判別手段は、前記検出部による入力データに含まれる認識対象が自律的なエンティティか否かを判別し、自律的なエンティティであると判別された場合、前記行動・姿勢管理手段は、該エンティティに対して前記検出部の入力データの改善するための動作を促すメッセージを送る、ことを特徴とする請求項1に記載の脚式移動ロボットの制御装置。

【請求項8】複数の関節アクチュエータで構成され、外部環境を検出する1以上の検出部から入力されたデータに基づいて自律的に動作するタイプの脚式移動ロボットの制御方法であって、前記検出部における入力データが外部環境を認識するために十分な値か否かを判別する判別ステップと、前記判別ステップにおける判別結果が否定的であることに応答して、前記関節アクチュエータを駆動させることにより前記検出部における入力データの変化を試みる行動・姿勢管理ステップと、を具備することを特徴とする脚式移動ロボットの制御方法。

【請求項9】前記検出部は、画像センサ、音声センサ、温度センサ、感圧センサ、姿勢センサ、接触センサのうち少なくとも1つを含む、ことを特徴とする請求項8に記載の脚式移動ロボットの制御方法。

【請求項10】前記判別ステップにおいて肯定的な判別結果が得られたときの前記検出部における入力データを基に外部環境を認識して行動を立案する行動計画ステップをさらに備えることを特徴とする請求項8に記載の脚式移動ロボットの制御方法。

【請求項11】認識物に関する特徴を記述したデータを保管する認識物データベースをさらに備え、前記判別ステップでは、該認識物データベースを参照して前記検出部における入力データが適切か否かを判別する、ことを特徴とする請求項8に記載の脚式移動ロボットの制御方法。

【請求項12】外部環境の認識に必要な情報に対応したアルゴリズムを保管する入力補助データベースをさらに備え、前記検出部の入力データから特徴を抽出できるが対象物を特定できないときに、前記行動・姿勢管理ステップでは、該入力補助データベースを参照して前記検出部における入力データを改善するための対応方法を特定する、ことを特徴とする請求項8に記載の脚式移動ロボットの制御方法。

【請求項13】外部環境を認識できなかったトラブルの事例と、各事例が発生したときに実行した対応方法を保管する履歴データベースをさらに備え、前記検出部の入力データから特徴を抽出できないときに、前記行動・姿勢管理ステップでは、該履歴データベースを参照して前記検出部における入力データを改善するための対応方法を特定する、ことを特徴とする請求項8に記載の脚式移動ロボットの制御方法。

【請求項14】前記判別ステップでは、前記検出部による入力データに含まれる認識対象が自律的なエンティティか否かを判別し、自律的なエンティティであると判別された場合、前記行動・姿勢管理ステップでは、該エンティティに対して前記検出部の入力データの改善するための動作を促すメッセージを送る、ことを特徴とする請求項8に記載の脚式移動ロボットの制御方法。

詳細な説明

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数の関節アクチュエータで構成される多関節型のロボットに係り、特に、例えばヒトやサルなどの2足直立歩行動物をモデルにした脚式移動ロボットに関する。

【0002】更に詳しくは、本発明は、画像入力装置、音声入出力装置、姿勢センサ、接触センサ、感圧センサなど外部環境の情報を入力して外的要因に基づいて行動計画を立案して自律的に動作するタイプの脚式移動ロボットに係り、特に、自律的な作用によって正確な外部環境情報を取得することができる脚式移動ロボットに関する。

【0003】

【従来の技術】電氣的若しくは磁氣的な作用を用いて人間の動作に似せた運動を行う機械装置のことを「ロボット」という。ロボットの語源は、スラブ語のROBOTA(奴隷機械)に由来すると言われている。わが国では、ロボットが普及し始めたのは1960年代末からであるが、その多くは、工場における生産作業の自動化・無人化などを目的としたマニピュレータや搬送ロボットなどの産業用ロボット(industrial robot)であった。

【0004】アーム式ロボットのように、ある特定の場所に植設して用いるような据置きタイプのロボットは、部品の組立・選別作業など固定的・局所的な作業空間でのみ活動する。これに対し、移動式のロボットは、作業空間は非限定的であり、所定の経路上または無経路上を自在に移動して、所定の若しくは任意の人的作業を代行したり、ヒトやイヌあるいはその他の生命体に置き換わる種々の幅広いサービスを提供することができる。なかでも脚式の移動ロボットは、クローラ式やタイヤ式のロボットに比し不安定で姿勢制御や歩行制御が難しくなるが、階段や梯子の昇降や障害物の乗り越えや、整地・不整地の区別を問わない柔軟な歩行・走行動作を実現できるという点で優れている。

【0005】最近では、ヒトのような2足直立歩行を行う動物の身体メカニズムや動作をモデルにしてデザインされた「人間形」若しくは「人間型」のロボット(humanoidrobot)など、脚式移動ロボットに関する研究開発が進展し、実用化への期待も高まってきている。例えば、ソニー株式会社は、11月25日に2足歩行の人間型ロボット“SDR-3X”を公表した。

【0006】人間形若しくは人間型と呼ばれる脚式移動ロボットを研究・開発する意義を、例えば以下の2つの視点から把握することができる。

【0007】1つは、人間科学的な視点である。すなわち、人間の下肢及び／又は上肢に似た構造のロボットを作り、その制御方法を考案して、人間の歩行動作をシミュレートするというプロセスを通じて、歩行を始めとする人間の自然な動作のメカニズムを工学的に解明することができる。このような研究成果は、人間工学、リハビリテーション工学、あるいはスポーツ科学など、人間の運動メカニズムを扱う他のさまざまな研究分野の進展に大いに還元することができるであろう。

【0008】もう1つは、人間のパートナーとして生活を支援する、すなわち住環境その他の日常生活上の様々な場面における人的活動の支援を行う実用ロボットの開発である。この種のロボットは、人間の生活環境のさまざまな局面において、人間から教わりながら個々に個性の相違する人間又は環境への適応方法を学習し、機能面でさらに成長していく必要がある。このとき、ロボットが「人間形」すなわち人間と同じ形又は同じ構造をしている方が、人間とロボットとのスムーズなコミュニケーションを行う上で有効に機能するものと考えられる。

【0009】例えば、踏んではならない障害物を避けながら部屋を通り抜ける方法を実地においてロボットに教示するような場合、クローラ式や4足式ロボットのように教える相手が自分と全く違う構造をしているよりも、同じような格好をしている2足歩行ロボットの方が、ユーザ(作業員)ははるかに教え易く、またロボットにとっても教わり易い筈である(例えば、高西著「2足歩行ロボットのコントロール」(自動車技術会関東支部<高塑>No. 25, 1996APRIL)を参照のこと)。

【0010】脚式移動ロボットの用途の1つとして、産業活動・生産活動等における各種の難作業の支援や代行が挙げられる。例えば、原子力発電プラントや火力発電プラント、石油化学プラントにおけるメンテナンス作業、製造工場における部品の搬送・組立作業、高層ビルにおける清掃、火災現場その他における救助といったような危険作業や難作業をロボットに代行してもらうことができる。

【0011】また、脚式移動ロボットの他の用途として、上述の作業支援というよりも、生活密着型、すなわち人間との「共生」あるいは「エンターテインメント」という用途が挙げられる。この種のロボッ

トは、ヒトあるいはイヌ(ペット)などの比較的知性の高い脚式歩行動物の動作メカニズムや四肢を利用した豊かな感情表現をエミュレートする。また、あらかじめ入力された行動パターン(ビヘイビア)を単に忠実に実行するだけではなく、相手の言葉や態度(「褒める」とか「叱る」、「叩く」など)に対して動的に対応した、生き生きとした応答表現を実現することも要求される。

【0012】従来の玩具機械は、ユーザ操作と応答動作との関係が固定的であり、玩具の動作をユーザの好みに合わせて変更することはできない。この結果、ユーザは同じ動作しか繰り返さない玩具をやがては飽きてしまうことになる。

【0013】これに対し、インテリジェントなロボットは、ロボットの行動や動作の規範を制御パラメータや制御プログラムを用いてモデル化して備えている。そして、外部からの音声や画像、触覚などの入力情報すなわち外部要因に基づいてモデルが持つ指示値を時々刻々と変化させて、発現すべき動作を決定することによって、自律的な思考及び動作制御を実現することができる。例えば、ロボットが感情モデルや本能モデルを用意することにより、ロボット自身の感情や本能といった内部状態に従った自律的な行動を表出することができる。また、ロボットが画像入力装置や音声入出力装置を装備し、画像認識処理や音声認識処理を行うことにより、より高度な知的レベルで人間とのリアリスティックなコミュニケーションを実現することも可能となる。

【0014】ユーザ操作などの外部からの刺激を検出したことに応答してこのモデルを変更する、すなわち学習効果を有する「学習モデル」を付与することによって、ユーザにとって飽きない、あるいはユーザ毎の好みに適応した行動シーケンスを実行することができる。すなわち、ロボットのエンターテインメント性がより一層高まる。

【0015】外部要因に応じて行動シーケンスを変容させると、ロボットはユーザにとって意外で予期しない行動をとることができるので、ユーザは飽きずにロボットと付き合い続けることができる。

【0016】ロボットが、例えば一般家庭内などのユーザとの共有作業空間において、ユーザや他のロボットと協調的な作業を行っている最中に、ロボットが、時間の変化、季節の変化、あるいはユーザの感情変化などの外部要因を検出して、行動シーケンスを変容させると、ユーザはロボットに対してより深い愛着を覚えることもできる。

【0017】言い換えれば、生活密着型でエンターテインメント性が追求されるロボットにおいては、外部環境の変化に追従して自律的に行動を決定するので、外部要因を正確に入力し認識することが極めて重要となる。

【0018】自律型ロボットは、カメラなどの画像入力装置、マイクなどの音声入力装置、各種スイッチ、感圧センサなど、外部環境の変化を検出するための装置を備えている。これらセンサ類による検出値は電気信号として取り込まれ、デジタル化され、所定の情報処理によって各外部要因として認識され、以後の行動シーケンスに反映される。

【0019】各センサから得られる情報をより正確に扱うために、センサ入力信号をフィルタなどの処理によりノイズ成分を除去又は低減させるといった、信号処理を施すのが一般的である。

【0020】しかしながら、「対象物の向きが悪い」、「強い光源がある」といったような、フィルタリングなどの信号処理だけでは、行動の決定に十分な又は正確な外部要因に関する情報を得られない場合がある。

【0021】他方、最先端の脚式移動ロボットは、充分高いインテリジェンスを備えてさまざまな自律的駆動を体現するとともに、四肢を利用した優れた運動能力を備えているが、これらの能力は外部要因の認識のために活用されているわけではない。

【0022】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、例えばヒトやサルなどの2足直立歩行動物をモデルにした、優れた脚式移動ロボットを提供することにある。

【0023】本発明の更なる目的は、画像入力装置、音声入出力装置、姿勢センサ、接触センサ、感圧センサなど外部環境の情報を入力して外的要因に基づいて行動計画を立案して自律的に動作するタイプの、優れた脚式移動ロボットを提供することにある。

【0024】本発明の更なる目的は、自律的な作用によって正確な外部環境情報を取得することができる、優れた脚式移動ロボットを提供することにある。

【0025】

【課題を解決するための手段及び作用】本発明は、上記課題を参酌してなされたものであり、複数の関節アクチュエータで構成され、外部環境を検出する1以上の検出部から入力されたデータに基づいて自律的に動作するタイプの脚式移動ロボットの制御装置又は制御方法であって、前記検出部における入力データが外部環境を認識するために十分な値か否かを判別する判別手段又はステップと、前記判別手段又はステップにおける判別結果が否定的であることに応答して、前記関

節アクチュエータを駆動させることにより前記検出部における入力データの変化を試みる行動・姿勢管理手段又はステップと、を具備することを特徴とする脚式移動ロボットの制御装置である。

【0026】本発明に係る脚式移動ロボットは、画像センサ、音声センサ、感圧センサなど、外部環境を検出するための1以上の検出部を装備している。そして、検出部における入力データが外部環境を認識するために十分な値ではない場合には、関節アクチュエータを駆動させて、視覚センサ、マイク、スイッチ、感圧センサなどから入力される情報に対して意図的に変化を生じさせることにより、行動決定に用いるための外部要因が適切に得られるようにすることができる。

【0027】例えば、「眩しいときに、手をかざして物体を認識する」、「後向きの人物の額を確認したいときに、声をかけて振り向かせる」といったしぐさを発現することによって、検出部における入力データを自律的に改善することができる。

【0028】脚式移動ロボットは、前記判別手段又はステップにおいて肯定的な判別結果が得られたときの前記検出部における入力データを基に外部環境を認識して行動を立案する行動計画手段又はステップを備えていてもよい。

【0029】また、脚式移動ロボットは認識物に関する特徴を記述したデータを保管する認識物データベースを備えていてもよい。このような場合、前記判別手段又はステップは、該認識物データベースを参照して前記検出部における入力データが適切か否かを判別することができる。

【0030】また、脚式移動ロボットは外部環境の認識に必要な情報に対応したアルゴリズムを保管する入力補助データベースを備えていてもよい。このような場合、前記検出部の入力データから特徴を抽出できるが対象物を特定できないときに、前記行動・姿勢管理手段又はステップは、該入力補助データベースを参照することによって、前記検出部における入力データを改善するための対応方法を特定することができる。

【0031】また、脚式移動ロボットは、外部環境を認識できなかったトラブルの事例と、各事例が発生したときに実行した対応方法を保管する履歴データベースを備えていてもよい。このような場合、前記検出部の入力データから特徴を抽出できないときに、前記行動・姿勢管理手段又はステップは、該履歴データベースを参照して前記検出部における入力データを改善するための対応方法を特定することができる。

【0032】また、前記判別手段又はステップは、前記検出部による入力データに含まれる認識対象が自律的なエンティティか否かを判別するようにしてもよい。そして、自律的なエンティティであると判別された場合、前記行動・姿勢管理手段又はステップは、該エンティティに対して前記検出部の入力データの改善するための動作を促すメッセージを送るようにしてもよい。

【0033】本発明のさらに他の目的、特徴や利点は、後述する本発明の実施例や添付する図面に基づくより詳細な説明によって明らかになるであろう。

【0034】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の実施例を詳解する。

【0035】図1及び図2には、本発明の実施に供される脚式移動ロボット100が直立している様子を前方及び後方の各々から眺望した様子を示している。この脚式移動ロボット100は、「人間形」又は「人間型」と呼ばれるタイプであり、後述するように、音声や画像などの入力に基づくユーザとの対話によって行動計画を立てたり、ユーザ入力に頼らず(すなわち、ユーザから独立して)ロボット100が自律的に行動計画を立てたりすることができる。図示の通り、脚式移動ロボット100は、脚式移動を行う左右2足の下肢と、体幹部と、左右の上肢と、頭部とで構成される。

【0036】左右各々の下肢は、大腿部と、膝関節と、脛部と、足首と、足平とで構成され、股関節によって体幹部の略最下端にて連結されている。また、左右各々の上肢は、上腕と、肘関節と、前腕とで構成され、肩関節によって体幹部上方の左右各側縁にて連結されている。また、頭部は、首関節によって体幹部の略最上端中央に連結されている。

【0037】体幹部ユニット内には、図1及び図2上では見えていない制御部が配備されている。この制御部は、脚式移動ロボット100を構成する各関節アクチュエータの駆動制御や各センサ(後述)などからの外部入力を処理するコントローラ(主制御部)や、電源回路その他の周辺機器類を搭載した筐体である。制御部は、その他、遠隔操作の通信インターフェースや通信装置を含んでもよい。

【0038】図3には、本実施例に係る脚式移動ロボット100が具備する関節自由度構成を模式的に示している。図示の通り、脚式移動ロボット100は、2本の腕部と頭部1を含む上体と、移動動作を実現する2本の脚部からなる下肢と、上肢と下肢とを連結する体幹部とで構成される。

【0039】頭部1を支持する首関節は、首関節ヨー軸2と、首関節ピッチ軸3と、首関節ロール軸4という3自由度を有している。

【0040】また、各腕部は、肩関節ピッチ軸8と、肩関節ロール軸9と、上腕ヨー軸10と、肘関節ピッチ軸11と、前腕ヨー軸12と、手首関節ピッチ軸13と、手首関節ロール軸14と、手部15とで構成される。手部15は、実際には、複数本の指を含む多関節・多自由度構造体である。但し、手部15の動作自体は、ロボット100の姿勢安定制御や歩行動作制御に対する寄与や影響が少ないので、本明細書ではゼロ自由度と仮定する。したがって、左右の各腕部は7自由度を有するとする。

【0041】また、体幹部は、体幹ピッチ軸5と、体幹ロール軸6と、体幹ヨー軸7という3自由度を有する。

【0042】また、下肢を構成する左右各々の脚部は、股関節ヨー軸16と、股関節ピッチ軸17と、股関節ロール軸18と、膝関節ピッチ軸19と、足首関節ピッチ軸20と、関節ロール軸21と、足部(足底又は足平)22とで構成される。人体の足部(足底)22は、実際には多関節・多自由度の足底を含んだ構造体であるが、本実施例に係る脚式移動ロボット100の足底はゼロ自由度とする。したがって、左右の各脚部は6自由度で構成される。

【0043】以上を総括すれば、本実施例に係る脚式移動ロボット100全体としては、合計で $3+7 \times 2+3+6 \times 2=32$ 自由度を有することになる。但し、脚式移動ロボット100が必ずしも32自由度に限定される訳ではない。設計・製作上の制約条件や要求仕様等に応じて、自由度すなわち関節数を適宜増減することができることは言うまでもない。

【0044】脚式移動ロボット100が持つ上述の各関節自由度は、実際にはアクチュエータによる能動的な動作として実現される。装置の外観上で余分な膨らみを排してヒトの自然体形状に近似させることや、2足歩行という不安定構造体に対して姿勢制御を行うことなどの種々の要請から、関節アクチュエータは小型且つ軽量であることが好ましい。本実施例では、ギア直結型で且つサーボ制御系をワンチップ化してモータ・ユニットに内蔵したタイプの小型ACサーボ・アクチュエータを搭載することとした。なお、脚式ロボットに適用可能な小型ACサーボ・アクチュエータに関しては、例えば本出願人に既に譲渡されている特願平11-33386号明細書に開示されている。

【0045】図4には、本実施例に係る脚式移動ロボット100の制御システム構成を模式的に示している。同図に示すように、該システムは、ユーザ入力などに動的に反応して情緒判断や感情表現を司る思考制御モジュール200と、関節アクチュエータの駆動などロボットの全身協調運動を制御する運動制御モジュール300とで構成される。

【0046】思考制御モジュール200は、情緒判断や感情表現に関する演算処理を実行するCPU(Central Processing Unit)211や、RAM(Random Access Memory)212、ROM(Read Only Memory)213、及び、外部記憶装置(ハード・ディスクドライブなど)214で構成される、自己完結処理を行うことができる独立した情報処理装置である。

【0047】思考制御モジュール200には、CCD(Charge Coupled Device)カメラなどの画像入力装置251や、マイクなどの音声入力装置252、スピーカなどの音声出力装置253、LAN(Local Area Network: 図示しない)などを経由してロボット100外のシステムとデータ交換を行う通信インターフェース254など各種の装置が、バス・インターフェース201経由で接続されている。

【0048】思考制御モジュール200では、画像入力装置251から入力される視覚データや音声入力装置252から入力される聴覚データなど、外界からの刺激などに従って、脚式移動ロボット100の現在の感情や意思を決定する。さらに、意思決定に基づいた動作(アクション)又は行動シーケンス(ビヘイビア)、すなわち四肢の運動を実行するように、運動制御モジュール300に対して指令を発行する。

【0049】一方の運動制御モジュール300は、ロボット100の全身協調運動を制御するCPU(Central Processing Unit)311や、RAM(Random Access Memory)312、ROM(Read Only Memory)313、及び、外部記憶装置(ハード・ディスクドライブなど)314で構成される、自己完結処理を行うことができる独立した情報処理装置である。外部記憶装置314には、例えば、オフラインで算出された歩行パターンやZMP目標軌道、その他の行動計画を蓄積することができる(「ZMP(Zero Moment Point)」とは、歩行中の床反力によるモーメントがゼロとなる床面上の点のことであり、また、「ZMP軌道」とは、例えばロボット100の歩行動作期間中などにZMPが動く軌跡を意味する)。

【0050】運動制御モジュール300には、ロボット100の全身に分散するそれぞれの関節自由度を実現する関節アクチュエータ(図3を参照のこと)、体幹部の姿勢や傾斜を計測する姿勢センサ351、左右の足底の離床又は着床を検出する接地確認センサ352及び353、バッテリーなどの電源を管理する電源制御装置などの各種の装置が、バス・インターフェース301経由で接続されている。

【0051】運動制御モジュール300では、思考制御モジュール200から指示された行動を体現す

べく、各関節アクチュエータによる全身協調運動を制御する。すなわち、CPU311は、思考制御モジュール200から指示された行動に応じた動作パターンを外部記憶装置314から取り出し、又は、内部的に動作パターンを生成する。そして、CPU311は、指定された動作パターンに従って、足部運動、ZMP軌道、体幹運動、上肢運動、腰部水平位置及び高さなどを設定するとともに、これらの設定内容に従った動作を指示する指令値を各関節アクチュエータに転送する。

【0052】また、CPU311は、姿勢センサ351の出力信号によりロボット100の体幹部分の姿勢や傾きを検出するとともに、各接地確認センサ352及び353の出力信号により各可動脚が遊脚又は立脚のいずれの状態であるかを検出することによって、脚式移動ロボット100の全身協調運動を適応的に制御することができる。

【0053】さらに、運動制御モジュール300は、思考制御モジュール200において決定された意思通りの行動がどの程度体現されたか、すなわち処理の状況を、思考制御モジュール200に返すようになっている。

【0054】思考制御モジュール200と運動制御モジュール300は、共通のプラットフォーム上で構築され、両者間はバス・インターフェース201及び301を介して相互接続されている。

【0055】本実施形態に係る脚式移動ロボット100は、充分高いインテリジェンスを備えてさまざまな自律的駆動を体現するとともに、四肢を利用した優れた運動能力を備えており、自律的な作用によって正確な外部環境情報を取得することができる。

【0056】図5には、脚式移動ロボット100が自律的な作用によって正確な外部環境情報を取得するための機能構成を模式的に示している。

【0057】脚式移動ロボット100は、温度センサなどの各センサからの入力信号や、マイクロフォンなどの音声入力装置252からの音声入力信号、カメラなどの画像入力装置251からの画像入力信号などを、外部環境情報として入力する。これらセンサ入力信号、音声入力信号、画像入力信号は、それぞれ特徴抽出部51～53に入力され、信号処理に基づく特徴抽出を行う。

【0058】比較認識処理部54は、入力補助アルゴリズム・データベース55、認識物データベース56、並びに履歴データベース57を利用しながら、外部環境の認識処理を行う。

【0059】入力補助アルゴリズム・データベース55は、外部環境の認識に必要な情報に対応したアルゴリズムを保管する。

【0060】認識物データベース56は、認識物に関する特徴を記述したデータを保管する。

【0061】履歴データベース57は、「外部環境を認識できなかった」などのトラブルの事例と、各事例が発生したときに実行した対応方法を保管する。

【0062】比較認識処理部54は、外部環境を正確に認識できなかった場合には、行動・姿勢管理部58に対して指令を発行して、四肢の動作により入力信号の改善と外部環境の特定を試行する。

【0063】行動・姿勢管理部58は、比較認識処理部54からの指令に基づいて、該当する動作を体現するための動作データを動作データベース59から取り出して、実機動作処理部60に順次投入する。

【0064】動作データベース59には、各関節駆動など脚式移動ロボット100の動作データ(アクション)がデータベース管理されている。

【0065】実機動作処理部60は、動作データを発現するための各関節アクチュエータの回転量や回転速度などを演算処理して、各関節アクチュエータの駆動制御部に対して制御指令並びに制御パラメータを送出する。この結果、脚式移動ロボット100の機体上では、入力信号の改善を試みた四肢動作が実行される。

【0066】次いで、本実施形態に係る脚式移動ロボット100において、機体の一部又は全部の動作を利用して外部環境の認識精度を改善するための処理について説明する。

【0067】図6～図8には、脚式移動ロボット100が機体の一部又は全部の動作を利用して外部環境の認識精度を改善するための処理手順をフローチャートの形式で示している。以下、これらのフローチャートに従って機体の一部又は全部の動作を利用して対象物の認識精度を改善する処理について説明する。

【0068】まず、ステップS1において、センサ入力信号、音声入力信号、画像入力信号など、対象物を表す各種の入力信号が通常値であるか否かを判別する。

【0069】各入力信号が通常値を示す場合には、対象物を検知する外部環境情報を改善するための処理は不要なので、後続の処理ステップをすべてスキップして、本処理ルーチン全体を終了する。

【0070】他方、いずれかの入力信号が予想されたものとは異なる値であった場合には、該当する

特徴抽出部において特徴の抽出が可能であるか否かを判別する(ステップS2)。

【0071】特徴抽出が不可能であった場合には、図7に示す、入力が適正に得られない場合の対応処理ルーチンにジャンプするが、この点については後述に譲る。

【0072】特徴抽出が可能であった場合には、さらに、認識物データベース56中の既知の情報と一致するか否かを判別する(ステップS3)。

【0073】認識物データベース56中の既知の情報と一致する場合には、該一致に至るまでに“未知の状況”を経ていれば、これまでに試行した動作データを、トラブルの事例と、各事例が発生したときに実行した対応方法を保管する履歴データベース57に登録する(ステップS4)。そして、各入力信号によって捉えられた対象物を“既知の対象物”として認識して(ステップS5)、本処理ルーチン全体を終了する。

【0074】また、認識物データベース56中の既知の情報と一致しない場合には、さらに部分的に一致するか否かを判別する(ステップS6)。

【0075】部分的に一致する場合には、図8に示す、初期の入力情報だけでは正確に認識できない場合の対応処理ルーチンにジャンプするが、この点については後述に譲る。

【0076】また、部分的にさえ一致しない場合には、各入力信号によって捉えられた対象物を“未知の対象物”として認識して(ステップS7)、本処理ルーチン全体を終了する。

【0077】ステップS2において、各入力信号から特徴抽出が不可能と判定された場合には、図7に示す、入力が適正に得られていない場合の対応処理ルーチンにジャンプする。

【0078】当該処理ルーチンでは、まず、認識処理を開始してからの経過時間が制限時間を越えていないか否かを判別する(ステップS11)。制限時間を既に徒過している場合には、今回の認識対象を“認識不可能”と判断して(ステップS12)、本処理ルーチン全体を終了する。

【0079】認識処理が制限時間内である場合、履歴データベース57を探索して、今回の障害に一致するトラブル事例があるか否かを判別する(ステップS13)。

【0080】一致するトラブル事例が発見された場合には、履歴データベース57からその対応方法を取り出して(ステップS14)、対応する動作パターン(モーション)として選択する。

【0081】また、一致するトラブル事例を履歴データベース57中から発見することができなかった場合には、“未知の状況”と認識する(ステップS15)。そして、履歴データベース57中から、他のトラブルで対応方法に用いるモーションとして試していないものを試行モーションとして選択する(ステップS16)。

【0082】次いで、ステップS14又はステップS16により選択されたモーションを、実機動作処理部60に投入して、脚式移動ロボット100の機体上で再生する(ステップS17)。その後、ステップS1に復帰して、上述したように各入力信号から対象物の認識を試行する。

【0083】ステップS6において、各入力信号による特徴抽出結果からは、部分的にさえ一致する物体を認識することができないと判定された場合には、図8に示す、初期の入力情報だけでは正確に認識できない場合の対応処理ルーチンにジャンプする。

【0084】当該処理ルーチンでは、まず、認識処理を開始してからの経過時間が制限時間を越えていないか否かを判別する(ステップS21)。制限時間を既に徒過している場合には、現状の認識でよしと判断して、認識を終了し、認識物データベース56内の類似する物体にカテゴリに今回の認識対象を登録して(ステップS22)、本処理ルーチン全体を終了する。

【0085】認識処理が制限時間内である場合、認識物データベース56を探索して、これまでの認識結果では未だ不足している情報を特定する(ステップS23)。

【0086】次いで、入力補助アルゴリズム・データベース55を探索して、不足している情報に対応する方法を特定する(ステップS24)。

【0087】次いで、認識物データベース56を探索して、今回の認識対象が自律的な存在か否かを判別する(ステップS25)。

【0088】認識対象が自律的な存在である場合には、入力補助アルゴリズム・データベース55から取り出された情報を基に、音声出力、四肢の動作、発光部などの作動により対象物に対してメッセージを送ってみる(ステップS26)。

【0089】また、認識対象が自律的な存在でない場合には、ステップS24により特定された対応モーションを選択し(ステップS27)、これを実機動作処理部60に投入して、脚式移動ロボット100の機体上で再生する(ステップS28)。その後、ステップS1に復帰して、上述したように各入力信号から対象物の認識を試行する。

【0090】次いで、脚式移動ロボット100自律的な作用により外部環境情報を取得する機能について、事例に従って説明する。

【0091】(1)機体の構成部位の一部を用いて入力値を変化させる(図9を参照のこと)直射日光を浴びる炎天下など、極めて明るい作業環境下で、ロボット100はカメラなどの画像入力装置251から周囲の映像を入力しているとする。

【0092】図9の左側に示すように、みかんのような特定の対象物の画像を入力しても、明る過ぎるため、入力画像にはっきりしないイメージを発見するにとどまり、みかんを認識することができない。

【0093】太陽の直射日光のように光源が強過ぎる場合、フィルタリングなどの信号処理だけでは入力画像中のイメージを鮮明にすることができない。このような場合、「入力画像が全体的に白い」という症状を基に、履歴データベース57の中から対応方法を検索する。

【0094】データベース検索の結果、「腕部を用いて、カメラに入る強い光を遮る」を選択して、図9の右側に示すように機体上でこのモーションを実行する。

【0095】モーション実行の結果として、外部情報を入力する環境が変化して、太陽の強い直射日光を遮ることができ、物体を認識するために必要な画像入力を得ることができる。

【0096】そして、得られた画像から、認識対象となる物体が「みかん」であることを特定することができる。

【0097】(2)機体以外の物体の、構成部位の一部を用いて外力を与えることで、入力値を変化させる(図10を参照のこと)図10の左側に示すように、ロボット100が入力画像中に何かの物体のイメージを発見する。

【0098】このような場合、まず、入力画像から特徴を抽出して、次いで、抽出された特徴を基に認識物データベース56を検索する。

【0099】データベース検索の結果、入力画像中の物体のイメージが「箱」グループに含まれることを認識する。

【0100】「箱」グループには、幾つかの異なる認識対象が含まれ、「ラベル」や「重さ」などが相違する。

【0101】そこで、ロボットは、正確に「何の箱」であるかを特定するために、判断し易いラベルを調べることを選ぶ。そして、入力補助アルゴリズム・データベース55の中から、「箱がわからないとき」の対処方法を検索する。

【0102】データベース検索の結果、「箱の向きを変えること」という対処方法を選択して、図10の中央に示すように、そのモーションを脚式移動ロボット100の機体上で実行する。

【0103】モーション実行の結果として、外部情報を入力する環境が変化、すなわち箱の向きが変わり、ラベルに印刷された「宝」という文字を画像入力し、特徴抽出し、認識することができる。

【0104】そして、認識物データベース56の「箱」グループを検索して、今回の認識対象が「宝物」であることを認識することができる。

【0105】(3)機体以外の自律的に行動可能なエンティティにメッセージを与えることで、エンティティの行動を誘発して、入力値を変化させる(図11を参照のこと)図11の左側に示すように、ロボット100が入力画像中に何かの物体のイメージを発見する。

【0106】このような場合、まず、入力画像から特徴を抽出して、次いで、抽出された特徴を基に認識物データベース56を検索する。

【0107】データベース検索の結果、入力画像中の物体のイメージが「人物」グループに含まれることを認識する。

【0108】ロボット100が知っている「人物」は、それぞれ「顔」や「声」などの身体的特徴が相違する。言い換えれば、ロボット100は、正確に「誰」であるかを特定するために、「顔」や「声」に関するデータを取得しなければならない。

【0109】そこで、ロボット100は、より結果が得られ易くなるように、「顔」、「声」とともに満たす対処方法を入力補助アルゴリズム・データベース55の中から検索する。

【0110】データベース検索の結果、「声をかける」という対処方法を選択して、図11の中央に示すように、そのモーションを脚式移動ロボット100の機体上で実行する。

【0111】「おい」と声をかけることに誘発されて、認識対象である人物がロボット100の方を向く。そして、ロボット100は、その人物の「顔」の画像を取得することができる。

【0112】そして、入力した「顔」の画像から特徴抽出し、認識物データベース56と照合することにより、その人物が「Aさん」であることを認識することができる。

【0113】[追補]以上、特定の実施例を参照しながら、本発明について詳解してきた。しかしながら、本発明の要旨を逸脱しない範囲で当業者が該実施例の修正や代用を成し得ることは自明である。

【0114】本発明の要旨は、必ずしも「ロボット」と称される製品には限定されない。すなわち、電氣的若しくは磁氣的な作用を用いて人間の動作に似せた運動を行う機械装置であるならば、例えば玩具等のような他の産業分野に属する製品であっても、同様に本発明を適用することができる。

【0115】要するに、例示という形態で本発明を開示してきたのであり、限定的に解釈されるべきではない。本発明の要旨を判断するためには、冒頭に記載した特許請求の範囲の欄を参酌すべきである。

【0116】

【発明の効果】以上詳記したように、本発明によれば、画像入力装置、音声入出力装置、姿勢センサ、接触センサ、感圧センサなど外部環境の情報を入力して外的要因に基づいて行動計画を立案して自律的に動作するタイプの、優れた脚式移動ロボットを提供することができる。

【0117】また、本発明によれば、自律的な作用によって正確な外部環境情報を取得することができる、優れた脚式移動ロボットを提供することができる。

【0118】本発明に係る脚式移動ロボットは、ロボットは画像、音声、接触、感圧といった複数の入力装置を備えている。頭部、腕部、下肢、体幹など、機体の構成部位の一部又は全部の動作を用いて、視覚センサ、マイク、スイッチ、感圧センサなどから入力される情報に対して意図的に変化を生じさせることにより、行動決定に用いるための外部要因が適切又は有利な形式で、能動的に得られるようにすることができる。すなわち、自律型ロボットの情報収集の自由度を大幅に拡張することができる。この結果、対象物を認識する際に、より多くの情報を獲得することができ、対象物を正確に把握することが可能となる。

【0119】また、本発明に係る脚式移動ロボットは、機体以外の物体に対して、機体の一部又は全部を用いて外力を印加することによって、認識対象となる物体から得られる入力値に変化を与えることができる。

【0120】また、本発明に係る脚式移動ロボットは、機体以外の、自律的な行動を行う存在（人間、動物、他の自律型ロボットなど）に対して、音声や動作の発現などによりメッセージを与えることにより、その行動の変化を促して、認識対象から得られる入力値に変化を生じさせることができる。

【0121】したがって、本発明に係る脚式移動ロボットによれば、例えば、「眩しいときに、手をかざして物体を認識する」、「後向きの人物の額を確認したいときに、声をかけて振り向かせる」といったしぐさを発現して、各センサがより正確な情報を入力できるような状況に誘導することができる。

図の説明

【図面の簡単な説明】

- 【図1】本発明の実施に供される脚式移動ロボット100を前方から眺望した様子を示した図である。
 【図2】本発明の実施に供される脚式移動ロボット100を後方から眺望した様子を示した図である。
 【図3】本実施例に係る脚式移動ロボット100が具備する自由度構成モデルを模式的に示した図である。
 【図4】本実施例に係る脚式移動ロボット100の制御システム構成を模式的に示した図である。
 【図5】脚式移動ロボット100が自律的な作用によって正確な外部環境情報を取得するための機能構成を模式的に示した図である。
 【図6】脚式移動ロボット100が機体の一部又は全部の動作を利用して外部環境の認識精度を改善するための処理手順を示したフローチャートである。
 【図7】脚式移動ロボット100が機体の一部又は全部の動作を利用して外部環境の認識精度を改善するための処理手順を示したフローチャートであり、より具体的には、入力に適正に得られない場合の対応処理ルーチンを示した図である。
 【図8】脚式移動ロボット100が機体の一部又は全部の動作を利用して外部環境の認識精度を改善するための処理手順を示したフローチャートであり、より具体的には、初期の入力情報だけでは正確に認識できない場合の対応処理ルーチンを示した図である。
 【図9】本実施形態に係る脚式移動ロボット100が機体の構成部位の一部を用いて入力値を変化させる様子を描写した図である。
 【図10】本実施形態に係る脚式移動ロボット100が機体以外の物体の、構成部位の一部を用いて外力を与えることで、入力値を変化させる様子を描写した図である。
 【図11】本実施形態に係る脚式移動ロボット100が機体以外の自律的に行動可能なエンティティにメッセージを与えることで、エンティティの行動を誘発して、入力値を変化させる様子を描写した図である。

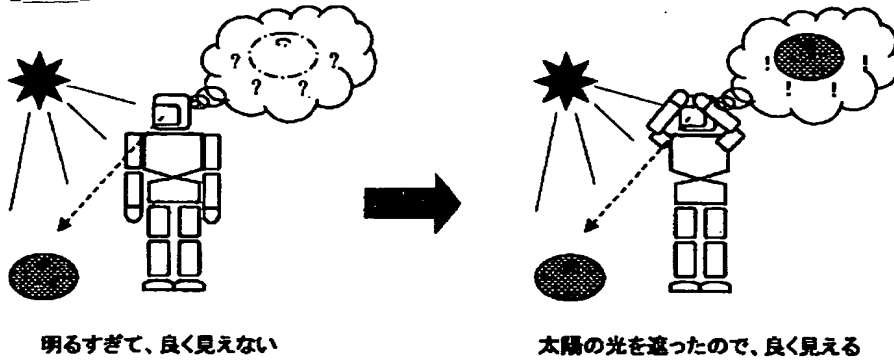
【符号の説明】

- 1…頭部, 2…首関節ヨー軸
 3…首関節ピッチ軸, 4…首関節ロール軸
 5…体幹ピッチ軸, 6…体幹ロール軸
 7…体幹ヨー軸, 8…肩関節ピッチ軸
 9…肩関節ロール軸, 10…上腕ヨー軸
 11…肘関節ピッチ軸, 12…前腕ヨー軸
 13…手首関節ピッチ軸, 14…手首関節ロール軸
 15…手部, 16…股関節ヨー軸
 17…股関節ピッチ軸, 18…股関節ロール軸
 19…膝関節ピッチ軸, 20…足首関節ピッチ軸
 21…足首関節ロール軸, 22…足部(足底)
 51, 52, 53…特徴抽出部
 54…比較認識処理部
 55…入力補助アルゴリズム・データベース
 56…認識物データベース, 57…履歴データベース
 58…行動・姿勢管理部, 59…動作データベース
 60…実機動作処理部
 100…脚式移動ロボット
 200…思考制御モジュール
 201…バス・インターフェース
 211…CPU, 212…RAM, 213…ROM
 214…外部記憶装置
 251…画像入力装置(CCDカメラ)
 252…音声入力装置(マイク)
 253…音声出力装置(スピーカ)
 254…通信インターフェース
 300…運動制御モジュール
 301…バス・インターフェース

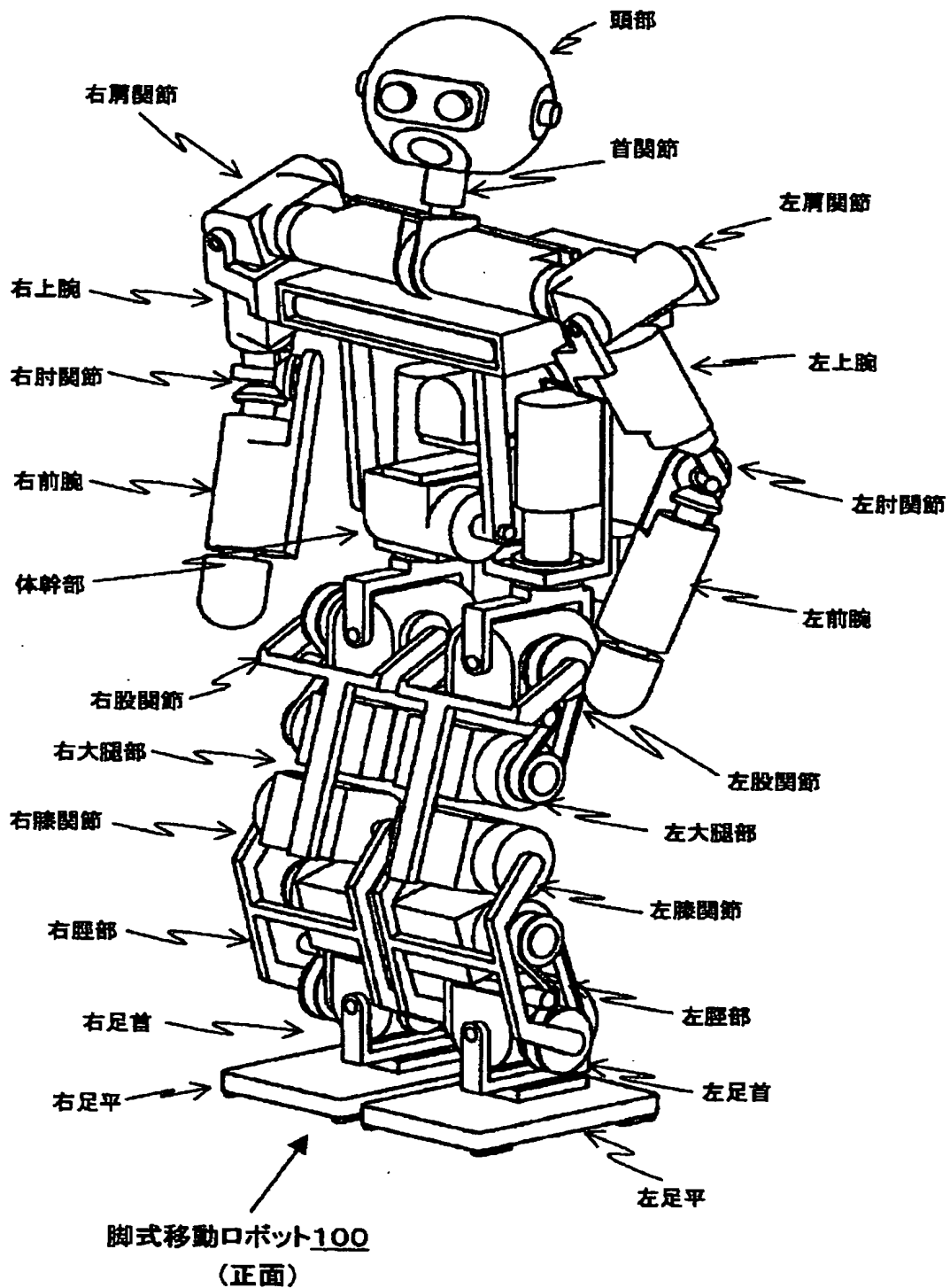
311…CPU, 312…RAM, 313…ROM
314…外部記憶装置, 351…姿勢センサ
352, 353…接地確認センサ
354…電源制御装置

図面

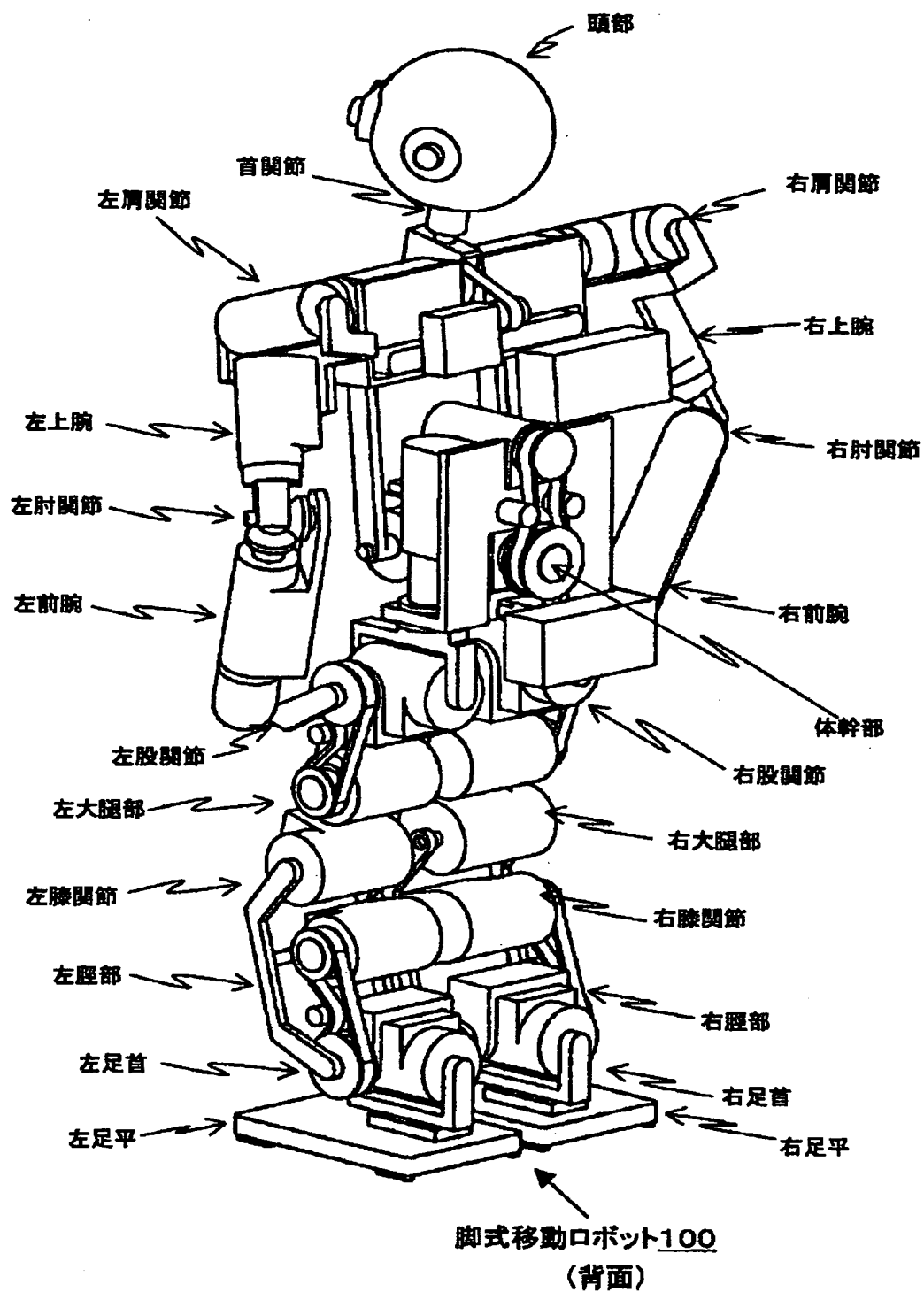
【図9】



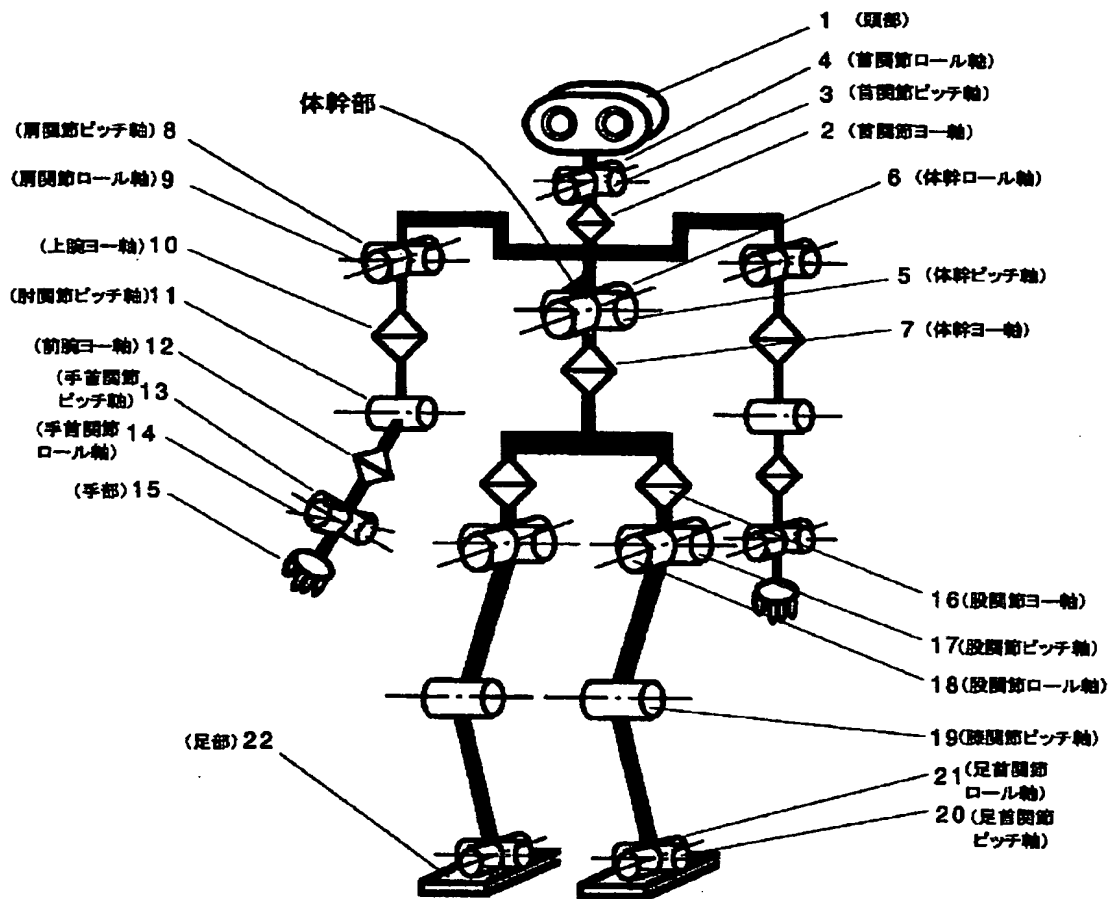
【図1】



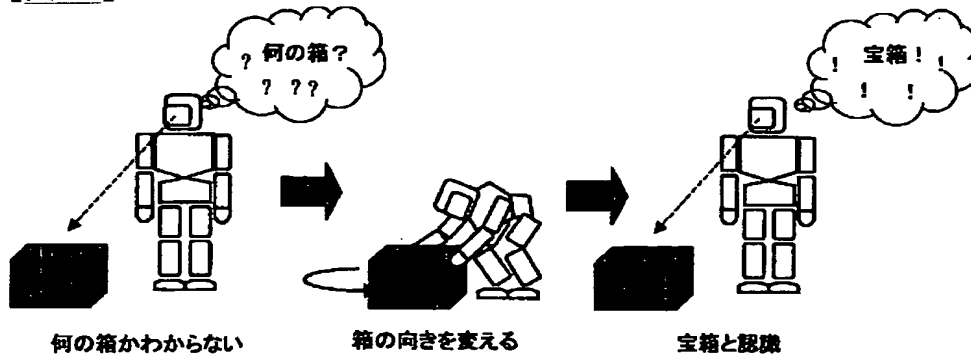
【図2】



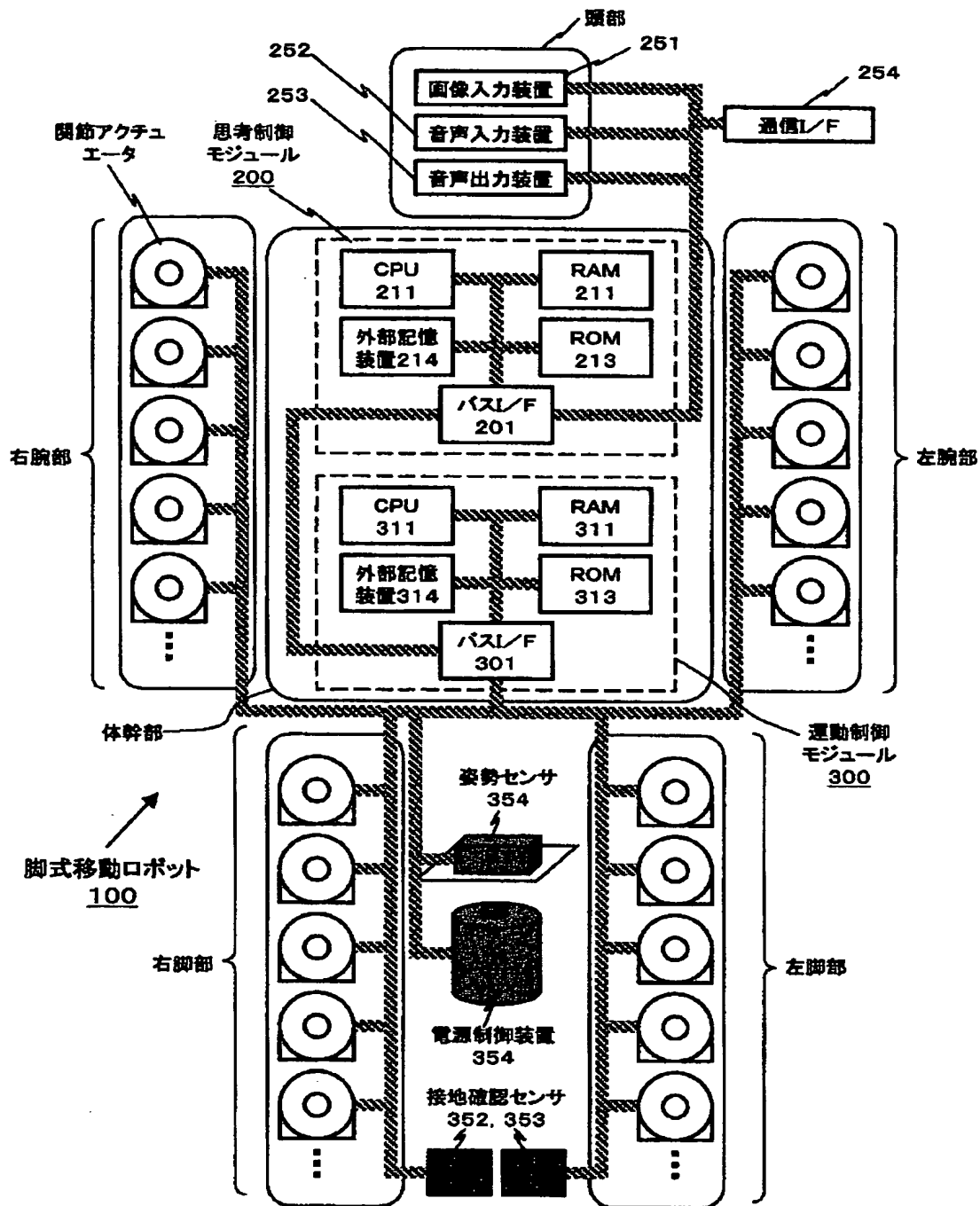
【図3】



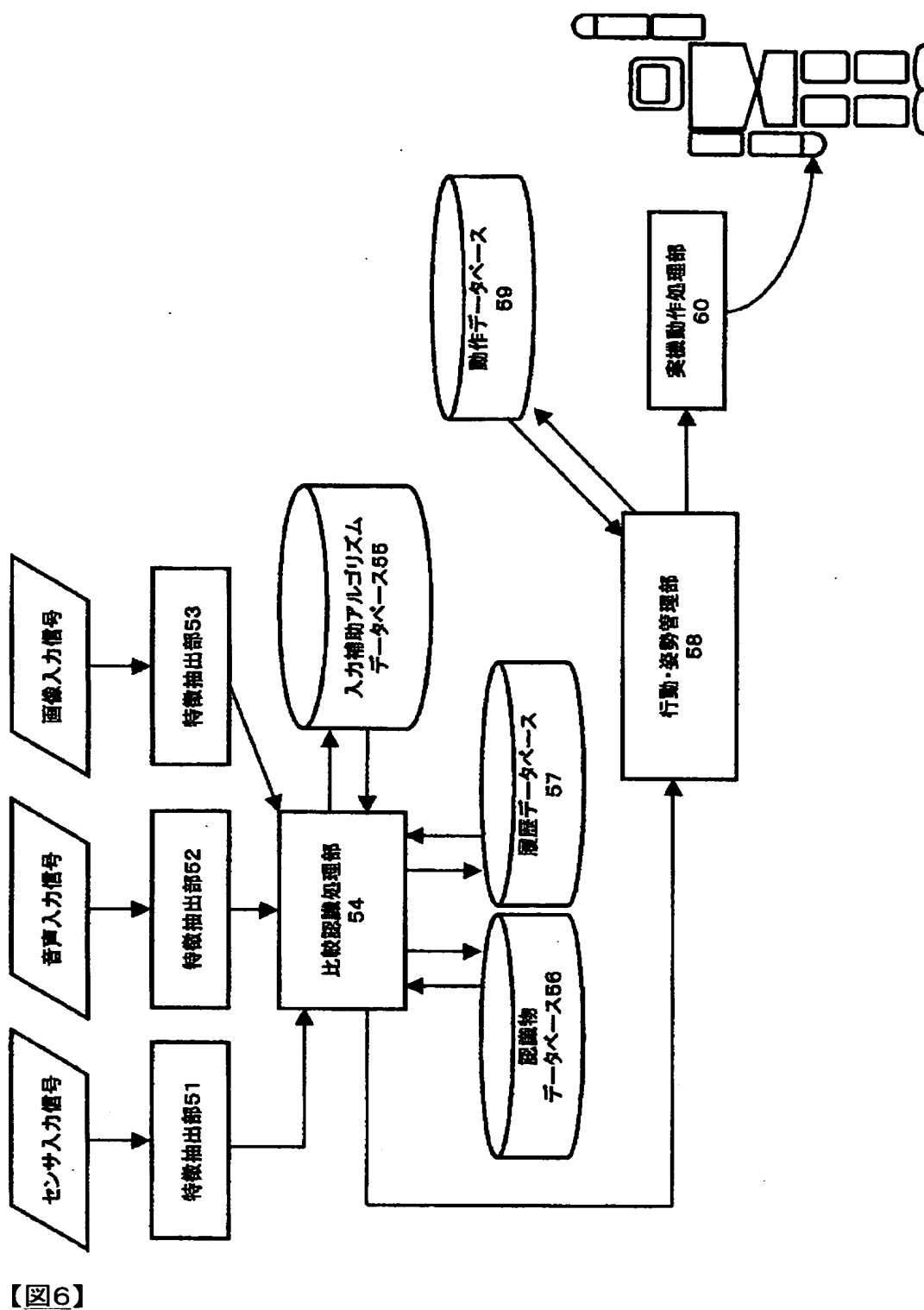
【図10】

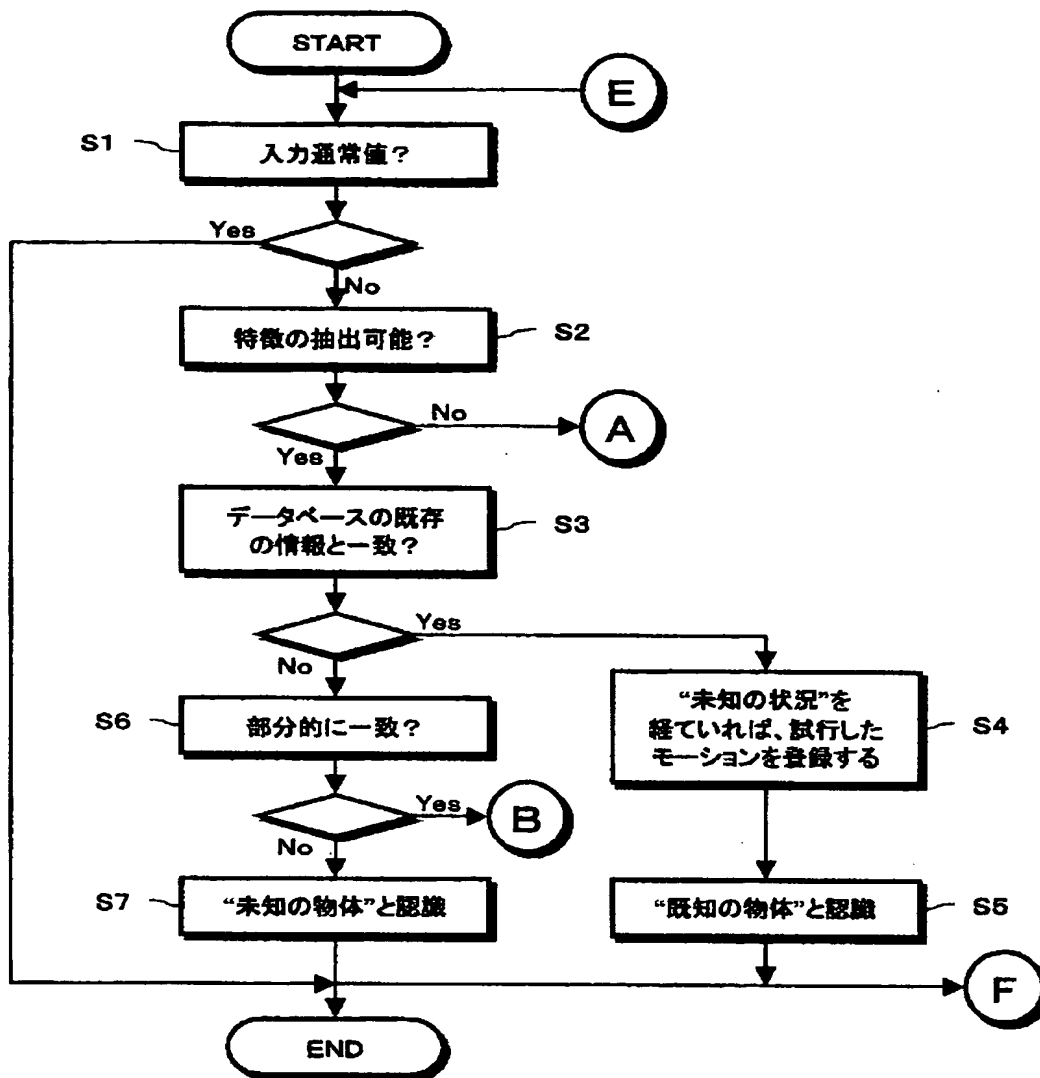


【図4】

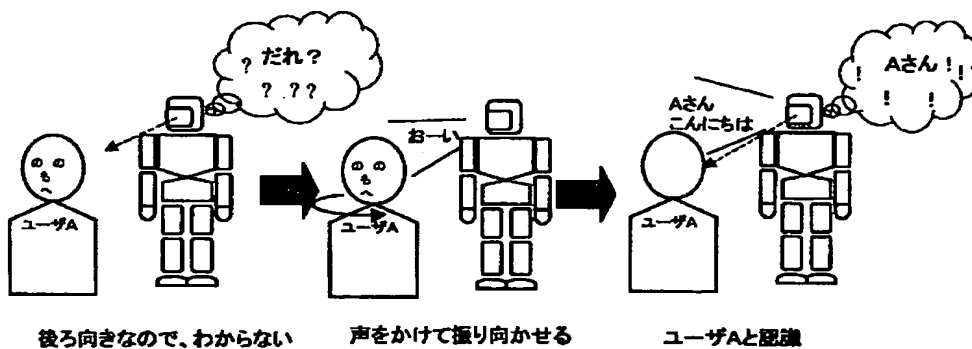


【図5】

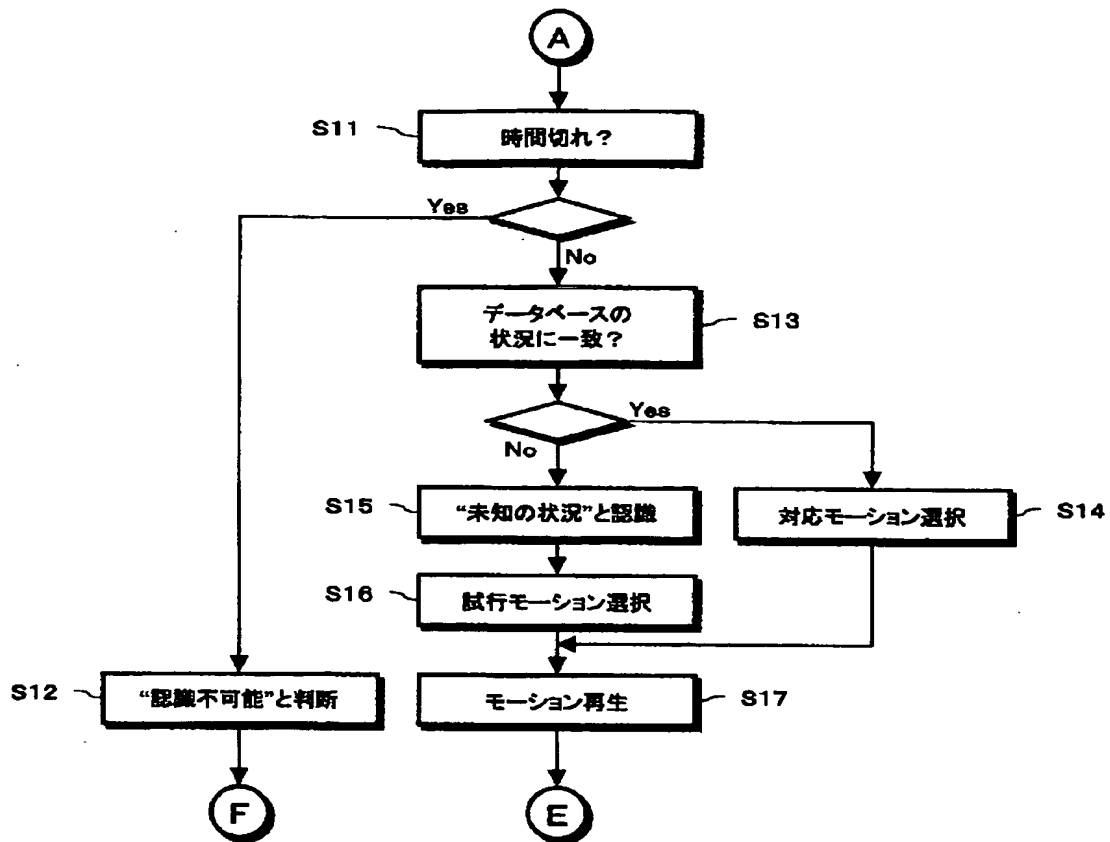




【図11】



【図7】



【図8】

